

**INTERAÇÃO ENTRE LINHAGEM E PLANO  
NUTRICIONAL EM DIFERENTES SISTEMAS  
DE CULTIVO DE TILÁPIAS DO NILO**  
*(Oreochromis niloticus)*

**THIAGO ARCHANGELO FREATO**

**2009**

**THIAGO ARCHANGELO FREATO**

**INTERAÇÃO ENTRE LINHAGEM E PLANO NUTRICIONAL EM  
DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO DE TILÁPIAS DO NILO**

*(Oreochromis niloticus)*

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras,  
como parte das exigências do Programa de Pós-  
Graduação em Zootecnia, área de concentração em  
Produção Animal/Aqüicultura, para a obtenção do título  
de “Doutor”.

Orientador

Prof. Dr. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas

LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2009

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca Central da UFLA**

Freato, Thiago Archangelo.

Interação entre linhagem e plano nutricional em diferentes sistemas de cultivo de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) / Thiago Archangelo Freato. – Lavras : UFLA, 2009.

136 p. : il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2009.

Orientador: Rilke Tadeu Fonseca de Freitas.

Bibliografia.

1. Tilápia. 2. Exigências nutricionais. 3. Taxas de crescimento. 4. Características de carcaça. 5. Desempenho. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 639.3758

**THIAGO ARCHANGELO FREATO**

**INTERAÇÃO ENTRE LINHAGEM E PLANO NUTRICIONAL EM  
DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO DE TILÁPIAS DO NILO**

*(Oreochromis niloticus)*

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras,  
como parte das exigências do Programa de Pós-  
Graduação em Zootecnia, área de concentração em  
Produção Animal/Aqüicultura, para a obtenção do título  
de “Doutor”.

APROVADA em 29 de setembro de 2009

Prof. Dra. Priscila Vieira e Rosa	UFLA
Prof. Dr. Luis David Solis Murgas	UFLA
Prof. Dr. Carlos José Pimenta	UFLA
Prof. Dra. Paula Adriane Perez Ribeiro	UNIFENAS

Prof. Dr. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas

UFLA

(Orientador)

LAVRAS

MINAS GERAIS - BRASIL

*Aos meus pais, que dedicaram suas vidas a minha felicidade e a de meus irmãos, pedindo em troca apenas que sejamos felizes.*

*E aos meus irmãos, Luis Fernando e Marina, que são muito mais que apenas irmãos, companheiros de toda uma vida.*

### **OFEREÇO**

*À minha querida esposa, Franciane,  
e aos meus filhos, amores que enobrecem  
minha existência.*

### **DEDICO**

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização do doutorado.

Em especial, ao amigo e orientador Prof. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas, pelos valiosos ensinamentos e pela confiança em mim depositada.

À professora Priscila Vieira e Rosa, pela amizade e grande apoio durante toda a minha vida acadêmica.

Aos professores e membros da banca examinadora, Luis David Solis Murgas, Carlos José Pimenta e Paula Adriane Perez Ribeiro, pelas valiosas contribuições para o aperfeiçoamento deste trabalho.

À Prof. Maria Emília de Sousa Gomes Pimenta, pela amizade e apoio na condução dos trabalhos.

Aos meus queridos amigos e funcionários da Estação de Piscicultura da Fazenda Experimental de Leopoldina - EPAMIG, José Lopes, Geraldo e José Carlos, pelo empenho na condução dos experimentos.

Aos amigos e pesquisadores da EPAMIG, Giovanni Resende de Oliveira, Sadaaki Sobue e Vicente de Paulo Macedo Gontijo, pela contribuição no planejamento e condução dos experimentos.

Aos amigos Guilherme Duque Portugal e Jodnes Sobreira Vieira, pela colaboração na condução dos experimentos.

Aos amigos de pós-graduação, Rafael Vilhena Reis Neto, Aline de Assis Lago, Adriano Carvalho Costa e Bruno Olivetti de Mattos, pelo apoio na condução dos trabalhos e, especialmente, a Ivan Bezerra Allaman, pelo auxílio nas análises estatísticas.

Aos alunos de graduação Igor, Carlos, Renan, Lucas e Bruno pela colaboração na condução dos experimentos.

Aos meus queridos sogros, Antônio César e Maria Aparecida, por todo o carinho e apoio nesta etapa de minha vida.

Aos meus pais e aos meus irmãos, por sempre acreditarem em mim e estarem tão presentes em minhas realizações.

À minha esposa, Franciane, pela cumplicidade, motivação e amor intenso, e a minha filha Isabella, minha maior fonte de inspiração e alegria.

Ao meu esperado filho, ainda em gestação, que mesmo sem ter chegado à luz deste mundo, já é tão importante e presente em minha vida.

A todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	iii
1 INTRODUÇÃO .....	01
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	04
2.1 Características da espécie.....	04
2.2 Desempenho produtivo das tilápias.....	05
2.3 Características de carcaça.....	08
2.4 Proteína e relação energia/proteína na dieta.....	10
2.5 Planos nutricionais e crescimento alométrico.....	13
2.6 Curvas de crescimento.....	15
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	17
3.1 Localização e período experimental.....	17
3.2 Material biológico, instalações e manejo.....	17
3.2.1 Experimento 1.....	17
3.2.2 Experimento 2.....	21
3.3 Avaliação do desempenho produtivo.....	25
3.4 Avaliação morfométrica.....	27
3.5 Rendimentos dos componentes corporais.....	28
3.6 Curvas de crescimento.....	29
3.7 Delineamento experimental e análise estatística dos dados.....	30
3.7.1 Experimento 1.....	30
3.7.2 Experimento 2.....	32
3.7.3 Análise de regressão.....	34
3.7.4 Crescimento alométrico.....	35



3.7.5 Curvas de crescimento.....	35
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
4.1 Experimento 1.....	37
4.1.1 Condições experimentais.....	37
4.1.2 Desempenho produtivo.....	39
4.1.3 Rendimentos dos componentes corporais.....	54
4.1.4 Características morfométricas.....	65
4.1.5 Crescimento alométrico.....	72
4.1.6 Curvas de crescimento.....	76
4.2 Experimento 2.....	81
4.2.1 Condições experimentais.....	81
4.2.2 Desempenho produtivo.....	83
4.2.3 Rendimentos dos componentes corporais.....	93
4.2.4 Características morfométricas.....	103
4.2.5 Crescimento alométrico.....	110
4.2.6 Curvas de crescimento.....	114
5 CONCLUSÕES.....	120
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	121

## RESUMO

FREATO, Thiago Archangelo. **Interação entre linhagem e plano nutricional em diferentes sistemas de cultivo de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. 2009. 136 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.\*

Esta pesquisa foi realizada com o objetivo de avaliar a interação entre linhagem e plano nutricional sobre o desempenho produtivo e as características de carcaça de tilápias-do-nilo (*Oreochromis niloticus*), cultivadas em tanques-rede e em hapas. Para isso, foram utilizadas tilápias pertencentes à três linhagens, sendo duas geneticamente melhoradas (COM1 e COM2) e uma proveniente do plantel do Setor de Piscicultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA), submetidas a quatro diferentes planos nutricionais: monofásico (PN1), em que foi fornecida ração com 32% de proteína bruta (PB) durante todo o cultivo; bifásico (PN2), em que foi fornecida ração com 36 e 28% de PB na primeira e na segunda fase de cultivo, respectivamente; trifásico (PN3), em que foi fornecida ração com 36, 32 e 28% de PB na primeira, segunda e terceira fase, respectivamente; e tetrafásico (PN4), em que foi fornecida ração com 40, 36, 28 e 22% de PB na primeira, segunda, terceira e quarta fase, respectivamente. O trabalho foi dividido em dois experimentos: Experimento I, com tilápias cultivadas em tanques-rede e Experimento II, com tilápias cultivadas em hapas instaladas dentro de viveiros escavados. Em diferentes fases do cultivo, foram retiradas aleatoriamente amostras de dez peixes de cada tanque-rede e de cada hapa, os quais foram abatidos, pesados, submetidos à avaliação morfométrica, e dissecados para a avaliação dos rendimentos no processamento e estudo do crescimento alométrico dos componentes corporais. Os resultados do Experimento I mostraram que não houve interação de plano nutricional e linhagem para a maioria das variáveis estudadas. A linhagem UFLA foi superior às demais linhagens, quanto ao ganho de peso (GP), biomassa total final (BIOM) e fator de condição de fulton (K), porém, com maior desuniformidade dos lotes ao final do cultivo. Não foi verificada influência destas linhagens nas características de carcaça. O plano nutricional PN3 foi o que proporcionou maiores GP e BIOM, e o plano nutricional PN1 foi o que proporcionou maiores rendimentos de filé com pele (%FILE) e carcaça (%CAR). Os resultados do Experimento II mostraram que não houve interação de plano nutricional e linhagem para nenhuma das variáveis estudadas. As linhagens COM1 e COM2 apresentaram melhores valores para GP, BIOM, K, conversão alimentar (CA), taxa de eficiência protéica (TEP), além de menores custos por kg de peixe e filé com pele produzidos e melhores %FILE e %CAR. O plano nutricional PN1 apresentou os melhores GP, BIOM, CA, ganho de peso relativo (GPR) e taxa de

crescimento específico (TCE), independente da linhagem, relacionado ao maior consumo de proteína no período, porém sem influência em %FILE e %CAR. Conclui-se que a linhagem UFLA apresenta grande potencial de crescimento quando cultivada em tanques-rede, porém, com maior desuniformidade, o que justifica o desenvolvimento de um programa de seleção para esta linhagem, e que, em ambos os sistemas de cultivo, níveis abaixo de 36% de PB para peixes pesando, aproximadamente, entre 25 e 200g, e abaixo de 32% de PB, para peixes pesando, aproximadamente, entre 200 a 700g, estão aquém do requerido pela tilápia-do-nylo, para que ela apresente um máximo desempenho.

Palavras-chave: tilápia, exigências nutricionais, taxas de crescimento, características de carcaça, desempenho.

---

\* Comitê Orientador: Rilke tadeu Fonseca de Freitas - UFLA (Orientador), Priscila Vieira e Rosa – UFLA e Luis David Solis Murgas – UFLA.

## ABSTRACT

FREATO, Thiago Archangelo. **Interaction between strain and nutritional plan in different cultivation systems of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*)**. 2009. 136 p. Thesis (Doctor in Animal Production) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.\*

This research aimed to evaluating the interaction between strain and nutritional plane on performance and carcass traits of tilapia (*Oreochromis niloticus*) cultivated in cages and hapas. For this, were used tilapia belonging to three strain, two genetically improved and marketed in Brazil (COM1 and COM2) and one from the Federal University of Lavras – Lavras, Brazil (UFLA), under four different nutritional plans: PN1 - that was provided feed with 32% crude protein (CP) throughout the culture; PN2 - which it was supplied feed with 36% CP in the first phase and 28% CP in the second phase; PN3 - that was provided feed with 36, 32 and 28% CP in the first, second and third phases, respectively; PN4 - which it was supplied with feed 40% CP in the first, 36% CP in the second, 28% CP in the third and 22% CP in the fourth stage. The work was divided into two parts: Experiment I - tilapia grown in cages; and Experiment II - tilapia grown in hapas. During the growing, was taken at random from a sample of ten fish in each cage and each hapa, which were slaughtered, weighed, submitted to morphometric analysis, and dissected for the study of processing yields and allometric growth of body parts. The results of Experiment I showed that there was no interaction of strain and nutritional plane for most variables. UFLA strain was superior to the other strains, with better weight gain (WG), total final biomass (BIOM) and condition factor of fulton (K), but with greater desuniformity at the end of cultivation. The nutritional plan PN3 was what showed the best performance for Nile tilapia grown in cages, with higher WG and BIOM, and nutritional plan PN1 was what increased the fillet and carcass yield, related to the higher total consumption crude of protein during the period. The results of Experiment II showed that there was no interaction of strain and nutritional plane for the all variables studied. The commercial strains were superior in the final performance of the cultivation, resulting in better values for WG, BIOM, K, feed conversion ratio (FCR), protein efficiency ratio (PER), lower costs per kg of fish and fillet produced and better carcass and fillet yield. The nutritional plane PN1 showed the best performance, with better WG, BIOM, FCR, relative weight gain (RWG) and specific growth rate (SGR), regardless of strain, related to the higher protein intake in the period, but no effects on carcass and fillet yields. Therefore, it is concluded that the UFLA strain has great growth potential in cages, but with greater uniformity, which justifies the development of a breeding program for this strain, and that, in both

systems, levels below 36% of crude protein in the initial stages of cultivation, with fish weighing between 25 and about 200g, and below 32% of crude protein in the final stages, with fish of about 200g to slaughter weight, with about 700g, were below of the required for Nile tilapia, so that makes a maximum performance.

Keywords: tilapia, nutritional requirements, growth rate, carcass characteristics, performance.

---

\*Guidance Committee: Rilke Tadeu Fonseca de Freitas - UFLA (Adviser), Priscila Vieira e Rosa – UFLA e Luis David Solis Murgas – UFLA.

## 1 INTRODUÇÃO

A piscicultura é a atividade agropecuária que mais cresceu na última década, com índices superiores aos obtidos pelas outras atividades rurais mais tradicionais, como a pecuária e a agricultura (Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO, 2008). Com a ascensão dessa atividade, há um aumento nas expectativas da performance produtiva e econômica no cultivo de peixes, principalmente quanto à nutrição que, em uma criação intensiva, representa de 50% a 70% do custo de produção (Cyrino et al., 1998; Carneiro et al., 1999b; França, 2003; Firetti & Sales, 2004; Campos et al., 2007).

Dentre as várias espécies de peixe exóticas introduzidas no Brasil, a tilápia-do-nylo (*Oreochromis niloticus*) foi a que melhor se adaptou às nossas condições. Criada de norte a sul do país, esta espécie adapta-se bem a diversos sistemas de produção, principalmente o intensivo. Destaca-se por apresentar rápido crescimento e carne de excelente qualidade, com boa aceitação no mercado consumidor, sendo a mais apropriada para a indústria de filetagem, características que a tornam de grande interesse para a piscicultura.

A intensificação do sistema produtivo da tilápia no Brasil e no mundo tem exigido uma busca constante por linhagens mais produtivas, porém, a eficiência produtiva de uma linhagem depende de alguns fatores externos, como sistema de cultivo, qualidade e quantidade da ração e qualidade da água. Assim, várias linhagens de tilápia-do-nylo são comercializadas no Brasil e, dentre elas, algumas importadas de outros países, com elevado potencial de produção, principalmente em sistemas intensivos, além de algumas linhagens nacionais, que também apresentam ótimo desempenho e características de carcaça satisfatórias. Justifica-se, pois, a aplicação de recursos em pesquisas que avaliem esses peixes cultivados em nossos ambientes e em programas de melhoramento

genético que visem à obtenção de linhagens cada vez mais adaptadas às nossas condições ambientais, de manejo alimentar e sistemas de cultivo.

Um dos sistemas mais difundidos na tilapicultura é o cultivo em tanques-rede, pois ele apresenta vantagens, do ponto de vista técnico, social e econômico sobre o extrativismo e a piscicultura tradicional, podendo aumentar a produtividade por área inundada.

O aumento na produtividade requer também a utilização de rações completas, pois o alimento natural não é capaz de atender às exigências dos peixes, principalmente quando criados em sistemas intensivos ou superintensivos, nos quais a elevada biomassa por área e as deficiências ou os desbalanços de nutrientes podem acarretar em perdas de produtividade e, conseqüentemente, em menor retorno econômico.

Embora as exigências nutricionais para a tilápia-do-nylo já tenham sido determinadas fora do Brasil e publicadas no National Research Council-NRC (1993), existem vários fatores que as afetam, como a idade ou a fase de crescimento, a temperatura, a genética e o sistema de produção, que podem alterar a resposta dos peixes às rações comerciais. Assim, o conhecimento das exigências nutricionais da espécie nos diferentes ambientes aquícolas é fundamental para o sucesso dos empreendimentos.

A alimentação é responsável pela maior parte do custo de produção na tilapicultura e a fração alimentar mais onerosa é, sem dúvida, a protéica, devido, principalmente, aos altos níveis de proteína bruta (PB) utilizados nas rações para garantir um bom desempenho.

Assim, os estudos têm se direcionado para a busca de informações que possam contribuir para a redução dos custos com a alimentação e os teores de proteína das dietas fornecidas em cada fase de cultivo, sem prejuízo ao desempenho produtivo dos animais. Essa redução dos níveis de proteína na dieta pode contribuir, inclusive, para a manutenção da qualidade da água, por meio da

redução da excreção de nitrogênio, permitindo uma produção sustentável, principalmente em sistemas intensivos e superintensivos, que dependem exclusivamente de dietas balanceadas.

Portanto, alta produtividade no cultivo da tilápia e criação de maneira sustentável e visando obter um produto de boa qualidade para o mercado consumidor dependem, além do sistema de cultivo utilizado, da escolha da linhagem apropriada, que apresente boa adaptação a esse ambiente de cultivo e boa resposta ao tipo de alimentação utilizada nas suas diferentes fases de crescimento.

Neste contexto, o presente trabalho foi realizado com o objetivo geral de avaliar a interação entre linhagem e plano nutricional sobre o desempenho produtivo e as características de carcaça de tilápias-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) cultivadas em tanques-rede e em hapas, e com os seguintes objetivos específicos:

- estimar a importância da interação linhagem x plano nutricional no cultivo de tilápias em tanques-rede e em hapas;
- avaliar o desempenho, os rendimentos dos componentes corporais e as características morfométricas das diferentes linhagens, submetidas aos diferentes planos nutricionais e sistemas de cultivo;
- avaliar o crescimento ponderal e o crescimento alométrico dos componentes corporais das diferentes linhagens submetidas aos diferentes planos nutricionais e sistemas de cultivo;
- definir a linhagem e o plano nutricional mais indicado para cada sistema de cultivo;
- definir o modelo de crescimento que melhor descreve a relação peso e idade para as diferentes linhagens submetidas aos diferentes planos nutricionais e sistemas de cultivo.



## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Características da espécie

A tilápia é o grupo de peixes que mais cresce, do ponto de vista da produção em cativeiro, chegando, na atualidade, a ser a segunda espécie mais cultivada em todo o mundo, atrás apenas das carpas, e a primeira no Brasil (Oliveira et al., 2007). Dentre as diversas espécies de tilápia, a tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) é a mais amplamente distribuída pelo território brasileiro, sendo criada nos mais diversos sistemas de produção.

Várias são as vantagens que tornam as tilápias um grupo de peixes mundialmente cultivado. Elas possuem hábito alimentar onívoro e planctófago e, assim, alimentam-se da base da cadeia trófica, aceitam uma variedade grande de alimentos e apresentam resposta positiva tanto à fertilização dos viveiros quanto ao fornecimento exclusivo de rações, em sistemas de cultivo intensivos. São bastante resistentes a doenças, ao superpovoamento e a baixos níveis de oxigênio dissolvido (Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas-SEBRAE, 2008), embora não apresentem bons índices produtivos nessas condições. Além disso, possuem boas características organolépticas, tais como carne saborosa, baixo teor de gordura, ausência de espinhos intramusculares em forma de “Y” (miosseptos) e excelente rendimento de filé de, aproximadamente, 35% a 40% (Hilsdorf, 1995).

A intensificação da produção desta espécie no Brasil e o estabelecimento pelo Ministério da Agricultura de um programa de desenvolvimento da cadeia produtiva, principalmente para combater a importação de pescado, têm demandado pesquisas das linhagens geneticamente melhoradas, criadas em nossos ambientes (Santos, 2004). Apesar de, atualmente, estarem disponíveis diversas populações de tilápias com excelente desempenho zootécnico, a mais

cultivada no Brasil é a Tailandesa ou Chitralada (Oliveira et al., 2007).

A tilápia Tailandesa foi desenvolvida no Japão e melhorada no Palácio Real de Chitralada, na Tailândia. Esta linhagem foi introduzida no Brasil em 1996, a partir de alevinos doados pelo Asian Institute of Technology (AIT) e, nos últimos quatro anos, vem sofrendo processo de melhoramento genético em nosso país. O peixe tailandês vem sendo intensamente manipulado (domesticado) há mais de 30 anos. Como consequência, suas taxas de alimentação são mais elevadas, o que explica, em parte, o fato de a docilidade e a avidez pelo alimento serem observados de forma muito mais intensa entre a população chitralada quando comparada às demais, mesmo lado a lado, em gaiolas flutuantes (Zimmermann, 2000). Em 2002, foi introduzida uma nova linhagem de tilápia nilótica, a GenoMar Supreme Tilapia, desenvolvida nas Filipinas pelo programa de melhoramento genético de tilápias, o Genetic Improved Farmed Tilapia (GIFT) (Zimmermann, 2003). A introdução das linhagens melhoradas e o uso da técnica de incubação artificial, com controle do sexo, deram novo impulso à atividade e iniciou-se a fase industrial da tilapicultura brasileira (Oliveira et al., 2007).

A necessidade de um esforço sistemático que assegure e melhore a futura qualidade genética dos estoques criados de tilápias-do-nilo é amplamente conhecida. A meta, em longo prazo, deveria ser o fornecimento, para a indústria de criação de tilápia, de raças domesticadas que tenham desempenho tão bom quanto as raças tradicionais de animais domésticos terrestres, quando comparados com seus antecessores silvestres (Bentsen et al., 1998).

## **2.2 Desempenho produtivo das tilápias**

O crescimento é definido por Hammond (1966) como sendo o aumento de peso até que o animal atinja o tamanho adulto. Huang & Liao (1990) afirmam que, do ponto de vista econômico, o mais importante parâmetro a ser melhorado

em um programa de seleção é o crescimento, que tem como um dos componentes o formato do corpo (Reist, 1985). Popma e Lovshin (1996) afirmam que o crescimento das tilápias é influenciado principalmente por fatores genéticos, quantidade e qualidade do alimento, qualidade da água, sexo, idade, doenças e densidade de estocagem.

Um dos aspectos mais importantes do crescimento é o incremento de peso observado pelos peixes nas diferentes fases de cultivo. Leonhardt & Urbinati (1998/1999), em tanques-rede instalados em viveiros de terra, observaram ganho de peso de 237,5g e incremento diário médio, em peso, de 2,435 g/dia, para machos revertidos de tilápias-do-nilo, durante as fases de alevinagem e recria. Segundo os autores, vários fatores interferem no incremento diário em peso e no comprimento dos peixes, como a densidade de cultivo, o ambiente de cultivo e o regime alimentar, entre outros.

Paiva et al. (2008), estudando a linhagem Tailandesa estocada nas densidades de 200, 250 e 300 peixes/m<sup>2</sup> em tanques-rede instalados em viveiros de terra, com a presença ou não de peixes livres nesses viveiros, observou ganho de peso médio de 453g, no período de 76 dias, com peixes a partir de 79,6g e conversão alimentar média de 1,03. Esse peixes foram alimentados com ração 36%, durante todo o período. Os autores observaram que, apesar de os peixes livres no viveiro terem recebido ração com teor de proteína e em quantidade inferiores à daquela fornecida aos peixes dos tanques-rede, eles apresentaram peso médio final semelhante ao dos exemplares mantidos nos tanques-rede instalados no mesmo viveiro, sugerindo que as tilápias livres também aproveitaram o alimento natural disponível nos viveiros.

Kubitza (1999) afirma que, no cultivo de tilápias em viveiros de baixa renovação de água, cerca de 30% a 40% do crescimento deste peixe pode ser atribuído ao alimento natural e a maior disponibilidade desse alimento contribui para a redução dos valores da conversão alimentar.

Teixeira (2006), avaliando duas densidades de estocagem (150 e 200 peixes/m<sup>3</sup>) no cultivo de tilápias-do-nilo, linhagem Chitralada, em tanques-rede com alta renovação de água, demonstraram que o peso médio final, o comprimento médio final, a sobrevivência, a taxa de crescimento específico, o ganho de peso diário, o ganho de peso relativo e a eficiência alimentar apresentaram melhores resultados na densidade de estocagem de 150 peixes/m<sup>3</sup>, quando comparados à densidade 200 peixes/m<sup>3</sup>. Os peixes foram estocados com peso médio de inicial de 28,5g e cultivados durante, aproximadamente, 5 meses, com ganho de peso absoluto de 936g e ganho de peso diário de 5,96g e biomassa final de 130,75 kg/m<sup>3</sup>, observados na densidade de 150 peixes/m<sup>3</sup>. Neste caso, foi observada sobrevivência de 90,1%, taxa de crescimento específico de 2,24%/dia e conversão alimentar de 1,44.

Lovshin (1997) relatou que tilápias com peso inicial de 20 a 30 g, estocadas de 70 a 200 peixes/m<sup>3</sup>, em sistemas intensivos de produção, quando bem nutridas, em água de boa qualidade, podem atingir de 450 a 500 g, em 150 dias. Ono (2005) afirma que a produção de peixes em tanques-rede pode variar de 20 a 250kg/m<sup>3</sup>, dependendo da taxa de renovação e da qualidade da água dentro do tanque-rede, da qualidade do alimento fornecido e da espécie de peixe cultivada.

Com o crescimento do peixe, aumenta a quantidade de alimento necessária por unidade de peso acumulado, o que explica o aumento nos valores de conversão alimentar (Conte, 2002). Segundo Cyrino et al. (1998), os índices de conversão alimentar aparente podem diferir entre espécies, como resultado de diferenças no hábito alimentar, na disponibilidade de nutrientes na ração, na idade ou no tamanho do peixe, no estado de maturação sexual, na temperatura da água e nas características anatômicas e fisiológicas do trato gastrintestinal. Ainda segundo estes autores, o estresse é muito comum em peixes criados em tanques-rede e gaiolas e a alimentação e a nutrição adequadas são fundamentais

para o bom desempenho e a sobrevivência dos peixes.

Segundo Kubitzka (1997), índices de conversão alimentar aparente próximos da unidade, obtidos com dietas bem processadas, nutricionalmente balanceadas e com manejo alimentar adequado, tendem a maximizar a produção e o lucro, minimizando as perdas de nutrientes sob forma de metabólitos e o impacto ambiental dos sistemas intensivos de criação.

Porém, diferentemente do que acontece na nutrição de animais terrestres, o consumo de ração, assim como algumas outras variáveis que envolvem o consumo de ração, como a conversão alimentar e a taxa de eficiência proteica, não tem sido utilizado como principal critério para se estabelecer a exigência nutricional em experimentos com peixes, em que há dificuldade de mensurar, com precisão, o consumo alimentar dos animais (Bomfim et al., 2005).

De acordo com Tave (1986), a herdabilidade da característica ganho de peso em tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*), para determinadas faixas de idade, pode ser considerada de média a alta, possibilitando grandes avanços relacionados ao seu desempenho e indicando o tipo de seleção a ser realizada. Silva (2007), estudando parâmetros genéticos para o crescimento de tilápias, constatou que existe alta correlação genética entre peso aos 150 dias e carcaça eviscerada, podendo-se obter carcaças mais pesadas quando se seleciona uma população para característica de peso.

### **2.3 Características de carcaça**

A forma externa do corpo tem grande importância na escolha do processamento realizado pela indústria, influenciando as operações de decapitação, evisceração e limpeza geral por métodos manuais e mecanizados; o dimensionamento das caixas, câmaras e outros implementos para a armazenagem; a adequação e o rendimento da carne, quando pré-processada na forma de corpo limpo, postas ou filés e a velocidade de resfriamento com gelo e

de congelamento, a bordo ou na indústria (Contreras-Guzmán, 1994).

As medidas de formato do corpo justificam um processo de seleção apenas quando apresentam alta correlação com características de valor comercial (Goodman, 1973), como pesos de carcaça e de filé que, por sua vez, são de grande importância no processamento do peixe (Morkramer et al., 1985).

Huang & Liao (1990) afirmam que, do ponto de vista econômico, o mais importante parâmetro a ser melhorado em um programa de seleção é o crescimento, que tem como um dos componentes o formato do corpo, expresso por medidas ou índices morfométricos (Reist, 1985).

As medidas do corpo dos peixes descrevem a forma de um animal (Rutten et al., 2004). Segundo Boscolo et al. (2001), as relações largura/comprimento e largura/altura representam a conformação do filé, indicando que os peixes são mais robustos quando elas são elevadas.

Para a indústria, a qualidade da carcaça do pescado é fator imprescindível para a definição dos processos de preparação do produto e dos tipos de cortes. O rendimento de filé, além da eficiência das máquinas filetadoras e ou da destreza manual do operário, depende de algumas características intrínsecas à matéria prima, como a forma anatômica do corpo, o tamanho da cabeça e o peso dos resíduos (vísceras, pele e nadadeiras) (Eyo, 1993; Contreras-Guzmán, 1994; Ribeiro et al., 1998).

Eyo (1993) realizou um estudo com dez espécies de peixes e constatou que o rendimento é um reflexo da estrutura anatômica, ou seja, peixes com cabeça grande em relação ao corpo apresentam menor rendimento na filetagem, quando comparados aos de cabeça pequena.

Outros fatores ligados à matéria-prima, como espécie, idade ou peso de abate, estação do ano, sexo e desenvolvimento gonadal, também influenciam diretamente o rendimento de filé (Souza et al., 1999), assim como diferenças ambientais e genéticas (Rutten et al., 2004).

Segundo Santos (2007), o crescimento dos diferentes tecidos corporais se deve à partição dos nutrientes ingeridos que, bem como a idade e o peso de abate, são determinantes na qualidade da carne. De acordo com alguns autores (Freitas & Gurgel, 1982; Contreras Guzmán, 1994), inúmeros fatores podem influenciar a composição química dos peixes, sendo alguns de natureza intrínseca, tais como fatores genéticos, morfológicos (tamanho e forma) e fisiológicos (migração e desenvolvimento gonodal). Fatores exógenos, tais como clima, estação do ano, abundância e tipo de alimentação, também podem afetar a composição corporal.

#### **2.4 Proteína e relação energia/proteína na dieta**

Apesar de a fração proteica ser a fração mais onerosa na alimentação dos peixes, devido aos altos níveis de proteína bruta (PB) utilizados nas rações, principalmente na fase inicial (Hayashi et al., 2002), ela corresponde ao nutriente de máxima importância, pois é principal componente constituinte do organismo animal em crescimento (Pezzato, 1999).

O nível de proteína em dietas para a tilápia afeta diretamente o desempenho, as características reprodutivas, como maturação sexual e fecundidade, e a composição corporal em termos de percentagem de gordura e proteína (Hafedh, 1999). Segundo Furuya et al. (2005), deficiências ou excessos de aminoácidos interferem na utilização da fração nitrogenada, assim como na composição química e no rendimento de carcaça dos peixes.

O suprimento dietário de proteína é um dos principais fatores que influenciam a produtividade dos peixes e a produção de resíduos nitrogenados que são excretados na água (Tibbetts et al., 2000), que pode resultar em redução no desempenho dos animais e poluição do ambiente de criação e dos corpos d'água que receberem os efluentes (Hayashi et al., 2002)

Segundo Brandt (1991), dentre os principais fatores que podem

influenciar a exigência proteica dos peixes estão qualidade da proteína, energia dietética não proteica (carboidratos e lipídios) e relação energia proteína. Cho (1992) destaca que a concentração ótima de proteína em rações para peixes está condicionada pelo correto balanço entre energia digestível (ED) e proteína bruta (PB).

Os peixes necessitam de maior proporção de proteína na ração do que os animais homeotérmicos, porém, a quantidade de proteína exigida por unidade de ganho de peso é menor (Sampaio, 1998). Segundo Smith (1989), a truta arco-íris e o bagre do canal necessitam de 525 e 480 g de proteína/kg de ganho de peso, respectivamente, contra 640 e 800 g de proteína/kg de ganho de peso exigidos pelos suínos e gado de corte, respectivamente. Desse modo, rações balanceadas para peixes contêm de 30% a 35% de proteína, ao passo que rações de frangos e suínos, por exemplo, contêm de 18% a 23%, ou de 14% a 16% de proteína, respectivamente (Lovell, 1984, 1988, 1991, citados por Sampaio, 1998).

De acordo com o NRC (1993), a exigência proteica de tilápias está próximo de 28% de proteína digestível e 32% de proteína bruta, utilizando dietas purificadas com 3.000 kcal de energia digestível/kg da dieta. No entanto, como esses níveis foram determinados a partir de ingredientes purificados e altamente digestíveis, não é recomendada sua pronta utilização em dietas práticas para o crescimento em viveiros.

Segundo Lovell (1984), a relação energia:proteína exigida pelos peixes é menor que aquela exigida por animais homeotérmicos porque os peixes não têm que manter a temperatura corporal constante e gastam menos energia com a atividade muscular durante a natação. Além disso, gastam menos energia que os animais homeotérmicos para excretar os produtos nitrogenados.

Segundo Samantaray & Mohanty (1997), citados por Gonçalves 2007, a melhor relação energia/proteína, e conseqüentemente o melhor crescimento, pode ser obtida com níveis mais baixos de proteína na dieta, indicando que,



assim, os níveis de energia são mantidos pelos lipídios e carboidratos e a proteína “economizada” pode ser utilizada para a síntese de tecido muscular. Assim, nem sempre altos níveis proteicos resultam em melhor desempenho dos peixes.

O NRC (1993) indica uma relação ótima de 9,7 kcal de energia digestível/g de proteína digestível, para a obtenção de máximo ganho de peso em juvenis de tilápia pesando aproximadamente 50g, observada por El-sayed (1987), e relata que a deficiência ou o excesso de energia digestível na dieta podem reduzir as taxas de crescimento dos peixes.

Se o teor de energia de uma dieta não for suficiente, ou se a proteína for de baixa qualidade, ela será deaminada para servir como fonte de energia para o metabolismo, piorando a conversão alimentar e o custo de produção (Lovell, 1989; Cyrino et al., 2000; Sampaio et al., 2000). Além disso, a baixa relação energia:proteína pode causar redução na taxa de crescimento, devido ao aumento da demanda metabólica para excreção de nitrogênio (Cho, 1990; Sampaio et al., 2000) na forma de amônia, que se torna um potencial poluidor no ambiente aquático (Kaushik & Oliva-Teles, 1986; Pezzato et al., 2002; Boscolo et al., 2005).

Ao contrário, a alta relação energia/proteína na dieta resulta na baixa ingestão de alimento e, conseqüentemente, de proteína e outros nutrientes essenciais na dieta (Page & Andrews, 1973; Cho, 1990; Hayashi et al., 2002), inibindo sua utilização e resultando em aumento na deposição de gordura corporal e visceral e diminuição da concentração de proteína (Page & Andrews, 1973; Robinson & Li, 1997; Cyrino et al., 2000; Sampaio et al., 2000; Bomfim et al., 2005; Cotan et al., 2006). Assim, pode resultar em redução do rendimento de carcaça e, devido à elevada oxidação de ácidos graxos, em prejuízo na qualidade da carne e na vida de prateleira (Proença & Bittencourt, 1994).

Meurer et al. (2002), trabalhando com alevinos de tilápia-do-nilo,

sugeriram que a utilização de níveis excessivos de lipídeos, com a elevação da densidade energética, pode reduzir a disponibilidade de aminoácidos para síntese de proteína corporal, resultando em piores taxa de crescimento específico, conversão alimentar e, principalmente, taxa de eficiência proteica.

Gonçalves (2007) observou que quanto maior o nível de proteína na dieta para juvenis de tilápia-do-nilo, menor a taxa de eficiência proteica, mas maior o rendimento de filé, porém, sem efeito da energia sobre esses fatores.

A relação energia/proteína e a disponibilidade de nutrientes devem ser adequadas às exigências da espécie, para que os peixes apresentem boas taxas de crescimento (Hayashi et al., 2002), com rendimentos de carcaça e composição corporal satisfatórios e com mínima produção de efluentes (Reidel, 2007).

Cho & Kaushik (1990) afirmam que a relação energia proteína pode ser variável de acordo com as condições ambientais, o tamanho dos peixes, os constituintes da dieta e o hábito alimentar da espécie em questão e, ainda, que peixes carnívoros aproveitam mais eficientemente a energia proveniente de lipídios, já que peixes herbívoros são mais eficientes no aproveitamento de carboidratos.

Entre as espécies de água doce não-carnívoras, a tilápia tem se destacado pela elevada capacidade em utilizar a energia e os nutrientes dos alimentos de origens vegetal e animal, o que possibilita a elaboração de rações práticas de baixo custo e elevado valor nutritivo (Silva et al., 2006).

## **2.5 Planos nutricionais e crescimento alométrico**

Apesar de alguns requerimentos para a tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) já terem sido publicados no NRC (1993), vários fatores interferem nas exigências durante o cultivo, como a idade, a temperatura, a genética e o sistema de criação (convencionais ou tanques-rede).

Assim, os planos nutricionais precisam ser adaptados para as espécies e

os sistemas de cultivo, de acordo com as diferentes fases do desenvolvimento dos peixes. No caso da criação de tilápias em tanques-rede, esse tipo de exploração tem características próprias, como a baixa quantidade de alimento natural e as altas densidades de estocagem, fator este estressante e que pode afetar negativamente o desenvolvimento dos peixes. Pode-se gerar um plano nutricional rápido para o cultivo de tilápia em tanques-rede por meio do estudo do crescimento alométrico, uma vez que, dessa maneira, podem-se explicar as diferenças quantitativas que são produzidas nas distintas fases de vida do animal.

O crescimento alométrico determina o padrão de desenvolvimento das características de importância econômica nos animais destinados ao consumo humano, dentre eles a quantidade de ossos, músculo e gordura.

A ordem de prioridade na formação desses três tecidos, de acordo com a maturidade fisiológica, é ósseo, muscular e adiposo. Isso caracteriza que o crescimento desses tecidos não ocorre de forma isométrica, ou seja, cada um terá um impulso de crescimento em uma fase diferente de vida (Ensminger et al., 1990).

A equação alométrica de Huxley (1932), definida por  $Y = ax^b$ , permite realizar uma descrição quantitativa adequada do crescimento de regiões e tecidos em relação aos outros e ao organismo como um todo, descrevendo uma relação curvilínea entre o crescimento da maioria dos tecidos. Fazendo a transformação logarítmica por meio de logaritmos neperianos, a equação exponencial se converte em uma regressão linear simples, dada por:  $\ln y = \ln a + b \ln x$ , em que  $y$  = peso do tecido;  $x$  = peso do organismo;  $a$  = intercepção do logaritmo da regressão linear e  $b$  = coeficiente de crescimento relativo ou de alometria.

Quando se trabalha com animais destinados à produção de carne, torna-se necessária a determinação do peso ideal de abate, baseada na exigência do mercado que, normalmente, deseja uma carcaça com alta proporção de carne e baixas proporção de gordura. Essas características podem ser verificadas pelo

crescimento alométrico, em que o excesso de energia (oriundo fontes proteicas ou não) acima da exigência será convertido em gordura e depositada na carcaça.

## **2.6 Curvas de crescimento**

Segundo Oliveira et al. (2000); Paz (2002); Mazzini et al. (2003) e Santos et al. (2008), a utilização de funções matemáticas não-lineares para relacionar a idade com o peso animal tem se mostrado adequada para descrever a curva de crescimento, uma vez que sintetizam informações de todo o período de vida dos animais em um pequeno conjunto de parâmetros com interpretações biológicas, facilitando o entendimento do fenômeno.

A curva típica de crescimento durante a vida apresenta forma sigmoide, ou seja, o crescimento durante a primeira etapa da vida é lento, seguido de um período de autoaceleração até atingir o ponto máximo da taxa de crescimento, por volta da puberdade, seguida de uma fase de autodesaceleração (Berg & Butterfield, 1976).

Segundo Mazzini (2001), citado por Santos et al. (2008), dentre as funções não lineares mais utilizadas para ajustar as relações peso-idade, destaca-se a função de Richards (Richards, 1959), a qual se caracteriza por apresentar quatro parâmetros estimados ( $a$  = peso assintótico;  $b$  = constante de integração;  $k$  = taxa de maturidade; e  $m$  = parâmetro de inflexão). Outras funções, como as de Brody (Brody, 1945), Gompertz (Laird, 1965), Logística (Nelder, 1961) e Bertalanffy (Bertalanffy, 1957), com três parâmetros e classificadas como casos especiais da função de Richards, são as mais comumente usadas.

Na descrição do crescimento, todas as curvas têm vantagens e desvantagens. Santos et al. (2007b), estudando a aplicação de modelos não lineares para o ajuste de curvas de crescimento de diferentes linhagens de tilápia-do-nilo, observaram que todos os modelos utilizados foram satisfatórios, contudo, os modelos de Gompertz e von Bertalanffy foram os mais indicados,

tanto para a linhagem Chitralada quanto para a Supreme, considerando que foram pequenas as diferenças existentes entre as duas linhagens.

Uma série de fatores determina a escolha do melhor modelo e as condições experimentais; principalmente manejo e temperatura podem determinar a tendência da curva. Todavia, o coeficiente de determinação e a distribuição dos resíduos podem contribuir para a tomada de decisão quanto à qualidade de ajuste proporcionada por uma função (Cruz, 2000). Ainda segundo estes autores, a utilização desses modelos demonstra, de forma simplificada, as características de crescimento de uma população e possibilita o estudo das interações de respostas de tratamento com o tempo.

O estudo das curvas de crescimento animal tem sido ampliado no sentido de manipulá-lo em direção a uma melhoria na eficiência da produção animal, no intuito de associar fatores intrínsecos e extrínsecos para que o momento de abate de diferentes raças seja indicado. No estudo de ajuste de funções de crescimento é importante destacar que a forma das curvas pode apresentar variações entre diferentes raças e dentro de uma mesma raça entre o sexo dos animais (Santos, 2002).

## **3 MATERIAL E MÉTODOS**

### **3.1 Localização e período experimental**

Para atender aos objetivos propostos, este trabalho foi dividido em dois experimentos, um com tilápias cultivadas em tanques-rede e um com tilápias cultivadas em hapas instaladas em viveiros escavados. A pesquisa relacionada ao cultivo em tanques-rede foi conduzida em um braço da represa de Três Marias, dentro da Fazenda Experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Epamig, localizada no município de Felixlândia, MG, região centro-oeste do estado de Minas Gerais, durante o período de janeiro a julho de 2008. O cultivo em hapas foi conduzido na Estação Experimental de Piscicultura da Fazenda Experimental de Leopoldina – FELP/Epamig, região da Zona da Mata do estado de Minas Gerais, no período de janeiro a outubro de 2008.

### **3.2 Material biológico, instalações e manejo**

#### **3.2.1 Experimento 1**

Avaliação de linhagens de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) cultivadas em tanques-rede e submetidas a diferentes planos nutricionais.

Foram utilizados 31.200 juvenis de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*), invertidos sexualmente, com peso médio inicial de 25g e de três diferentes linhagens, sendo duas geneticamente melhoradas e comercializadas no Brasil (COM1 e COM2) e uma proveniente do plantel do Setor de Piscicultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA), mantida sob acasalamento ao acaso e sem seleção desde o início da década de 1970 e formada a partir de tilápias nilóticas de diferentes origens (principalmente da linhagem Bouaké, oriunda diretamente da costa do Marfim da África, em 1971).

Devido ao tamanho dos juvenis na fase inicial do experimento, estes

foram inicialmente distribuídos e estocados, a uma densidade de 650 peixes/m<sup>3</sup>, em 12 berçários, constituídos em hapas de 4m<sup>3</sup>, de acordo com a linhagem e o plano nutricional, já recebendo a ração preconizada em cada plano nutricional para o intervalo de 25 a 60g de peso (Tabela 1). Ao atingirem, em média, 60g de peso, os juvenis de cada berçário foram, então, distribuídos aleatoriamente em 4 tanques-rede, perfazendo um total de 48 tanques-rede com 4 m<sup>3</sup> de volume útil, com 650 peixes por tanque-rede.

Os planos nutricionais estudados foram classificados em: monofásico (PN1), com fornecimento de ração com 32% de proteína bruta (PB) durante todo o cultivo; bifásico (PN2), plano nutricional dividido em duas fases, sendo fornecidas rações com 36% de PB na primeira e com 28% de PB na segunda fase; trifásico (PN3), plano nutricional dividido em três fases, sendo fornecidas rações com 36%, 32% e 28% de PB na primeira, na segunda e na terceira fases, respectivamente; tetrafásico (PN4), plano nutricional dividido em quatro fases, sendo fornecidas rações com 40% de PB na primeira, 36% de PB na segunda, 28% de PB na terceira e 22% de PB na quarta fase.

Os níveis de proteína dos planos nutricionais utilizados foram definidos como variações do nível de 32% de proteína bruta, recomendada pelo NRC (1993) e as fases ou mudanças dos níveis de ração dentro de cada plano foram realizadas de acordo com intervalos de pesos dos peixes, observados durante o período de cultivo. Esses intervalos foram definidos de acordo com a disponibilidade das rações comerciais, em relação aos níveis de proteína bruta e a granulometria possível de ser utilizada para cada fase de cultivo, com adaptações de acordo com os resultados de biometrias quinzenais.

TABELA 1 Níveis de proteína bruta (%) e granulometria (mm) das rações utilizadas nos diferentes planos nutricionais, de acordo com os intervalos de peso médio durante o cultivo dos peixes em tanques-rede.

Intervalo de peso (g)		Plano nutricional			
		PN1	PN2	PN3	PN4
25	60	32%PB	36%PB	36%PB	40%PB
		(2-4mm)	(2-4mm)	(2-4mm)	(2-4mm)
60	110	32%PB	36%PB	36%PB	36%PB
		(4-6mm)	(4-6mm)	(4-6mm)	(4-6mm)
110	170	32%PB	36%PB	36%PB	28%PB
		(4-6mm)	(4-6mm)	(4-6mm)	(4-6mm)
170	330	32%PB	28%PB	32%PB	28%PB
		(8mm)	(8mm)	(8mm)	(8mm)
330	700	32%PB	28%PB	28%PB	22%PB
		(8mm)	(8mm)	(8mm)	(8mm)

Foram utilizadas rações comerciais de mesmo fabricante, para todas as fases e níveis de proteína. A composição química das rações utilizadas, assim como a relação energia bruta:proteína bruta fornecida por cada ração, de acordo com os dados do fabricante, encontra-se na Tabela 2.

A quantidade diária de ração fornecida foi calculada de acordo com a taxa de alimentação recomendada pelo fabricante, variando de 6% da biomassa dos tanques-rede, na fase inicial, a 2% da biomassa, nas fases finais de cultivo. Para isso, a média das biomassas das parcelas contendo mesma linhagem e recebendo o mesmo plano nutricional foi estimada quinzenalmente, por meio da amostragem e pesagem de 10% do número de indivíduos de cada tanque-rede. A partir desses cálculos, foram realizados, então, os ajustes das quantidades diárias



de ração fornecida para o período subsequente. Esse procedimento foi realizado até que os peixes atingissem peso corporal médio de, aproximadamente, 700g, encerrando-se o experimento.

TABELA 2 Composição química e relação entre energia bruta e proteína bruta (EB:PB) das rações utilizadas nos diferentes planos nutricionais estudados, durante o período experimental.

Composição*	Proteína bruta (%) na ração				
	40	36	32	28	22
Umidade (%)	10,00%	8,00%	8,00%	8,00%	8,00%
Proteína bruta (%)	40,00%	36,00%	32,00%	28,00%	22,00%
Extrato etéreo (%)	8,00%	6,50%	6,50%	5,00%	4,00%
Matéria fibrosa (%)	6,00%	6,00%	7,00%	7,00%	9,00%
Matéria mineral (%)	12,00%	10,00%	10,00%	10,00%	12,00%
ENN** (%)	24,00%	33,50%	36,50%	42,00%	45,00%
Energia bruta (kcal/kg)	4048	4098	4010	3883	3586
Relação EB:PB (kcal/g)	10,12	11,38	12,53	13,87	16,30

\* Dados fornecidos pelo fabricante (com base na matéria natural);

\*\* Extrativo não nitrogenado.

A quantidade de ração fornecida foi registrada para posterior cálculo da conversão alimentar aparente. Os tanques-rede foram monitorados diariamente, na busca por peixes mortos e a temperatura, a condutividade elétrica e o teor de oxigênio dissolvido na água dentro de cada tanque-rede foram medidos semanalmente, com aparelhos digitais portáteis. Durante o período de cultivo, foram retiradas, aleatoriamente, amostras de dez peixes de cada unidade experimental, de maneira que a densidade de estocagem ao final do experimento, ou seja, após as cinco amostragens consecutivas realizadas ao decorrer do período, foi de, aproximadamente, 150 peixes/m<sup>3</sup>, desconsiderando a

mortalidade observada no período. Essa densidade está de acordo com o recomendado por Gontijo et al. (2008), para o cultivo de tilápias em tanques-rede, a partir de trabalhos realizados em condições de cultivo bastante semelhantes ao do presente trabalho.

Todos os peixes amostrados foram insensibilizados por choque térmico, abatidos por anóxia, pesados e submetidos à avaliação morfométrica para o estudo do desempenho produtivo, das características morfométricas e do crescimento dos peixes ao longo do cultivo. Posteriormente, foram dissecados para a obtenção dos pesos dos componentes corporais e estudo dos rendimentos e do crescimento alométrico dessas partes em relação ao peso corporal.

### **3.2.2 Experimento 2**

Avaliação de linhagens de tilápia-do-nylo (*Oreochromis niloticus*) cultivadas em hapas e submetidas a diferentes planos nutricionais.

Foram utilizados 11.040 juvenis de tilápia-do-nylo (*Oreochromis niloticus*) invertidos sexualmente, com peso médio inicial de  $25,94 \pm 4,15$ g e de três diferentes linhagens, sendo duas geneticamente melhoradas e comercializadas no Brasil (COM1 e COM2) e uma proveniente do plantel do Setor de Piscicultura da UFLA UFLA, mantida sob acasalamento ao acaso e sem seleção desde o início da década de 1970 e formada a partir de tilápias nilóticas de diferentes origens (principalmente da linhagem Bouaké, oriunda diretamente da costa do Marfim da África, em 1971).

Foram utilizadas 48 hapas de 20m<sup>2</sup>, que foram distribuídas em 16 viveiros escavados de 540m<sup>2</sup> (30x18x1m); ou seja, foram instaladas três hapas por viveiro, tendo, em cada hapa, sido estocados 230 juvenis de uma das três linhagens estudadas. Durante o processo de estocagem, foram estimados os pesos médios iniciais de cada lote e a distribuição foi, então, realizada, procurando-se manter este peso o mais semelhante possível entre as unidades

experimentais (hapas).

Os planos nutricionais estudados foram classificados em: monofásico (PN1), fornecimento de ração com 32% de proteína bruta (PB) durante todo o cultivo; bifásico (PN2), plano nutricional dividido em duas fases, sendo fornecidas rações com 36% de PB na primeira e com 28%, na segunda fase; trifásico (PN3), plano nutricional dividido em três fases, sendo fornecidas rações com 36%, 32% e 28% de PB, na primeira, segunda e terceira fase, respectivamente; tetrafásico (PN4), plano nutricional dividido em quatro fases, sendo fornecidas rações com 40% de PB na primeira, 36% de PB na segunda, 28% de PB na terceira e 22% de PB na quarta fase. Os níveis de proteína dos planos nutricionais utilizados foram definidos como variações do nível de 32% de proteína bruta, recomendado pelo NRC 1993 e as fases ou mudanças dos níveis de ração dentro de cada plano foram realizados de acordo com intervalos de pesos dos peixes, observados durante o período de cultivo (Tabela 3). Esses intervalos foram definidos de acordo com a disponibilidade das rações comerciais, em relação aos níveis de proteína bruta e a granulometria possível de ser utilizada para cada fase de cultivo, com adaptações de acordo com os resultados de biometrias quinzenais.

TABELA 3 Níveis de proteína bruta (%) e granulometria (mm) das rações utilizadas nos diferentes planos nutricionais, de acordo com o intervalo de peso médio durante o cultivo dos peixes no experimento 2.

Intervalo de peso (g)		Plano nutricional			
		PN1	PN2	PN3	PN4
25	60	32%PB (2-4mm)	36%PB (2-4mm)	36%PB (2-4mm)	40%PB (2-4mm)
60	145	32%PB (4-6mm)	36%PB (4-6mm)	36%PB (4-6mm)	36%PB (4-6mm)
145	200	32%PB (4-6mm)	36%PB (4-6mm)	32%PB (4-6mm)	28%PB (4-6mm)
200	300	32%PB (8mm)	28%PB (8mm)	32%PB (8mm)	28%PB (8mm)
300	400	32%PB (8mm)	28%PB (8mm)	28%PB (8mm)	28%PB (8mm)
400	720	32%PB (8mm)	28%PB (8mm)	28%PB (8mm)	22%PB (8mm)

Assim como no experimento 1, foram utilizadas rações comerciais de mesmo fabricante para todas as fases e níveis de proteína (Tabela 2). A quantidade diária de ração fornecida foi calculada reduzindo-se de 15% a 20% da taxa de alimentação utilizada para peixes cultivados em tanques-rede, conforme recomendação do fabricante, devido à presença de alimento vivo nos viveiros nos quais as hapas foram instaladas, de forma que, no início do período de cultivo, foi fornecida uma quantidade de 5% da biomassa total para cada unidade experimental, reduzindo-se durante o avanço do cultivo, até chegar à quantidade de 1,5% da biomassa, nas fases finais de cultivo. Para esses cálculos,

foi utilizada a média geral das biomassas de todas as hapas, independente da linhagem e do plano nutricional ao qual os peixes dessas hapas foram submetidos. Dessa forma, todas as unidades experimentais (hapas) receberam a mesma quantidade de ração durante o período de cultivo. Assim, a biomassa média para cada plano nutricional foi estimada quinzenalmente, por meio da amostragem e da pesagem de 10% do número de indivíduos de cada unidade experimental (hapa), quando eram feitos ajustes das quantidades diárias de ração fornecida para o período subsequente. Isso foi realizado até que os peixes atingissem, em média, 720g de peso, encerrando-se o experimento.

A quantidade de ração fornecida foi registrada para posterior cálculo da conversão alimentar aparente. As hapas foram monitoradas diariamente, na busca por peixes mortos e a temperatura, o potencial hidrogeniônico e o teor de oxigênio dissolvido foram medidos diariamente, dentro de cada viveiro, com aparelhos digitais para medição a campo, no período de 8h00 às 10h00. Durante o período experimental, foram retiradas, aleatoriamente, amostras de dez peixes de cada unidade experimental, os quais foram insensibilizados por choque térmico, abatidos por anóxia, pesados e submetidos à avaliação morfométrica para o estudo de suas características de desempenho produtivo, morfometria e crescimento, ao longo do cultivo. Posteriormente, foram dissecados para a obtenção dos pesos dos componentes corporais e estudo dos rendimentos e do crescimento alométrico dessas partes em relação ao peso corporal. Ao todo, foram realizadas cinco amostragens no decorrer do período. Entre a quarta e a quinta amostragem, mais precisamente no 204º dia de cultivo, foram retirados, aleatoriamente, 50 peixes de cada unidade experimental, com a finalidade de melhorar as condições no ambiente de cultivo, considerando o aumento considerável na biomassa total de cada hapa. Dessa forma, a densidade de estocagem ao final do experimento foi de, aproximadamente, 6,5 peixes/m<sup>3</sup>, desconsiderando a mortalidade observada.

### 3.3 Avaliação do desempenho produtivo

Com a finalidade de comparar o desempenho na produção das diferentes linhagens submetidas aos diferentes planos nutricionais foram avaliadas as seguintes variáveis de desempenho produtivo: peso corporal ao final do cultivo (g), biomassa final (kg/m<sup>3</sup>), ganho de peso absoluto (g), ganho de peso diário (g/dia), ganho de peso relativo (%), taxa de sobrevivência (%), uniformidade do lote (%), conversão alimentar aparente, taxa de eficiência proteica, taxa de crescimento específico (%/dia) e fator de condição de Fulton, durante o período experimental. Adicionalmente, foram calculados o consumo médio de ração por indivíduo (g), o consumo médio de proteína bruta por indivíduo (g), o custo total com ração durante o período experimental (R\$), o custo com ração por unidade de ganho de peso (R\$/kg) e o custo com ração por quilo de filé com pele produzido (R\$/kg).

O ganho de peso absoluto (GP) foi calculado pela diferença entre o peso corporal observado ao final do período experimental (PF) e o peso inicial dos peixes ao início do experimento (PI). Para o ganho de peso diário (GPD), dividiu-se este valor pelos dias de experimento, contados a partir do início do fornecimento das diferentes rações referentes aos planos nutricionais. O ganho de peso relativo (GPR) foi calculado de acordo com a expressão  $GPR = 100 \times (PF - PI) / PI$ , em que PF = peso final (g) e PI = peso inicial (g).

A biomassa final (BIOM) foi calculada multiplicando-se a quantidade final de peixes dentro de cada parcela experimental pelo seu peso médio estimado (kg) e dividindo-se o valor pelo volume (m<sup>3</sup>) do tanque-rede (experimento 1) ou hapa (experimento 2). Para esse cálculo, consideraram-se tanto as retiradas de peixes durante os manejos e nas amostragens quanto a mortalidade observada durante o período de cultivo.

A sobrevivência foi fundamentada em observações diárias de peixes mortos e na contagem do lote ao final do experimento. Para o cálculo da

conversão alimentar aparente (CAA = g de alimento consumido/g de ganho em peso), considerou-se que todo alimento ofertado foi consumido.

A uniformidade dos peixes em cada tanque-rede foi estimada conforme proposto por Furuya et al. (1998), calculando-se, na amostragem final, o peso médio dos peixes de cada parcela e quantificando-se o número de indivíduos que apresentavam peso dentro do intervalo correspondente a 20% acima e abaixo desta média. A uniformidade (UNI) foi obtida pela expressão  $UNI = N_{\pm 20\%} * (Nt)^{-1} * 100$ , em que Nt é número total de peixes em cada parcela experimental e  $N_{\pm 20}$  o número de animais com peso dentro do intervalo correspondente a 20% acima e abaixo da média da parcela.

A taxa de eficiência proteica (TEP) foi calculada de acordo com a expressão descrita por Jauncey & Ross (1982), ou seja,  $TEP = GP * (CPB)^{-1}$ , em que GP = ganho de peso (g) e CPB = proteína consumida no período (g).

Para o cálculo da taxa de crescimento específico (TCE), utilizou-se a equação proposta por Legendre & Kerdchuen (1995),  $TCE = 100 * (\ln PF - \ln PI) * (t)^{-1}$ , em que Ln é logaritmo neperiano, PF o peso médio final, PI o peso médio inicial e t o tempo, em dias.

O fator de condição de Fulton (K) foi determinado pela equação  $K = (PF/CT^3) * 100$ , em que P= peso e CT = comprimento total (Le Cren, 1951).

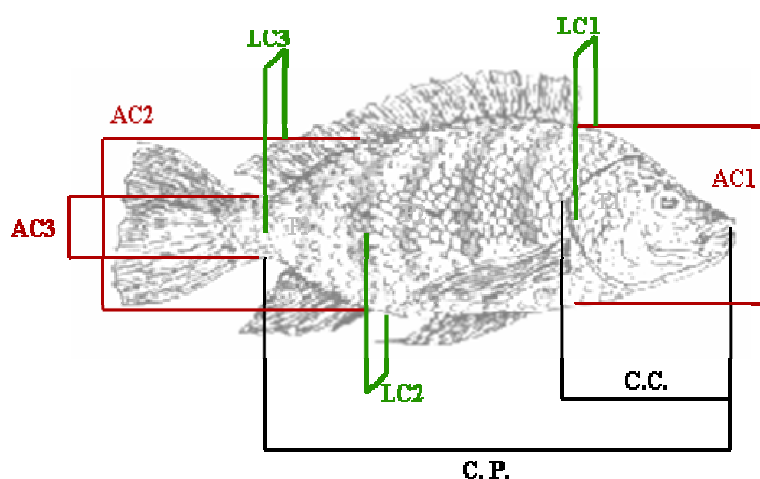
O custo total com ração durante o período experimental (CUSTOT) foi calculado individualmente, multiplicando-se a quantidade média (g) de cada tipo de ração fornecida por indivíduo, para cada unidade experimental, pelo valor da ração (R\$/g de ração), de acordo com a porcentagem de proteína bruta.

Para o cálculo do custo com ração por unidade de ganho de peso (CUSTOK) e por quilo de filé com pele produzido (CUSTOF) foram utilizadas as seguintes fórmulas:  $CUSTOK = CUSTOT/GP$  e  $CUSTOF = CUSTOT/PFILE$ .

### 3.4 Avaliação morfométrica

Em cada peixe amostrado foram tomadas as seguintes medidas métricas em centímetros (Figura 1):

- comprimento padrão (CP), compreendido entre a extremidade anterior da cabeça e a região de inserção da nadadeira caudal;
- comprimento da cabeça (CC), compreendido entre a extremidade anterior da cabeça e a borda caudal do opérculo;
- alturas do corpo, tomadas à frente da inserção do 1º raio das nadadeiras dorsal (A1) e anal (A2) e na menor circunferência do pedúnculo (A3);
- larguras do corpo tomadas à frente da inserção do 1º raio das nadadeiras dorsal (L1) e anal (L2) e na menor circunferência do pedúnculo (L3);



Fonte: Santos (2004).

FIGURA 1 Avaliação morfométrica das tilápias-do-nilo (*Oreochromis niloticus*).

O comprimento padrão (CP) foi medido por meio de um ictiômetro e as demais medidas foram tomadas com auxílio de fita métrica e de paquímetro graduados em milímetros (mm).



### 3.5 Rendimentos dos componentes corporais

Para a avaliação do rendimento dos componentes corporais, foram pesadas as seguintes partes dos peixes amostrados nos experimentos 1 e 2, obtidas conforme ilustrado na Figura 2:

- a) vísceras, compreendendo todo o conteúdo da cavidade celomática, inclusive as gônadas;
- b) carcaça, compreendendo o corpo, excluindo-se as vísceras;
- c) cabeça, seccionada do corpo na altura da junção com a altura vertebral, incluindo-se as brânquias e as nadadeiras peitorais;
- d) resíduo da filetagem;
- e) filé com pele.

Os rendimentos foram calculados por meio das porcentagens dessas partes em relação ao peso total do peixe.

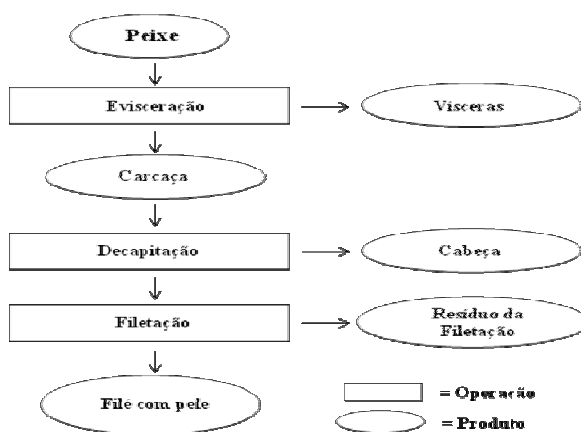


FIGURA 2 Fluxograma do processamento manual das tilápias-do-nilo (*Oreochromis niloticus*), para a obtenção dos componentes corporais.

### 3.6 Curvas de crescimento

Para o estudo da relação entre peso corporal e idade dos animais, foram ajustados os modelos de crescimento de Brody (Brody, 1945), Bertalanffy (Bertalanffy, 1957), Gompertz (Laird, 1965), Richards (Richards, 1959) e Logístico (Nelder, 1961), para cada plano nutricional e para cada linhagem de tilápia-do-nilo, cujas funções estão ilustradas na Tabela 4.

TABELA 4 Funções não lineares ajustadas para descrever o crescimento das tilápias-do-nilo (*Oreochromis niloticus*), por meio da relação entre peso corporal e idade.

F u n ç ã o	E q u a ç ã o
B r o d y	$A (1 - B e^{-K t})$
v o n B e r t a l a n f f y	$A (1 - B e^{-K t})^3$
L o g í s t i c a	$A (1 + B e^{-K t})^{-1}$
G o m p e r t z	$A \exp(-B e^{-K t})$
R i c h a r d s	$A (1 - B e^{-K t})^M$

Fonte: Brown et al. (1976) adaptado por Santos et al. (2008).

em que A = peso assintótico ou peso máximo; B = constante de integração; e = base do logaritmo natural; K = taxa de crescimento relativo ao peso máximo ou taxa de maturidade; t = variável independente, ou seja, a idade de cada animal e M = parâmetro de inflexão.

Também foram determinados a taxa de crescimento absoluto (TCA), a taxa de crescimento relativo (TCR), o peso (PI) e a idade (II) à inflexão (Fitzhugh Júnior, 1976), para cada plano nutricional e para cada linhagem, conforme equações da Tabela 5.

TABELA 5 Equações para a determinação da taxa de crescimento absoluta (TCA), taxa de crescimento relativa (TCR), peso (PI) e idade (II) a inflexão.

Modelo	TCA (g/dia)	TCR (%)*	PI (g)	II (dias)
Brody	$ABKe^{(-Kt)}$	$K(u^{-1}-1)$	-	-
von Bertalanffy	$3ABKe^{(-Kt)}(1-Be^{(-Kt)})^2$	$3K(u^{-1/3}-1)$	$8A/27$	$(\ln 3B)/K$
Logístico	$ABKe^{(-Kt)}(1+Be^{(-Kt)})^{-2}$	$K(1-u)$	$A/2$	$(\ln B)/K$
Gompertz	$ABKe^{(-Kt)}e^{(-be^{(-Kt)})}$	$K \ln(u^{-1})$	$A/e$	$(\ln B)/K$

Fonte: Fitzhugh Júnior (1976) adaptado por Santos et al. (2008);  
\*  $u = y/A$ .

### 3.7 Delineamento experimental e análise estatística dos dados

#### 3.7.1 Experimento 1

Avaliação de linhagens de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) cultivadas em tanques-rede e submetidas a diferentes planos nutricionais.

O delineamento experimental utilizado no experimento 1, referente ao cultivo de tilápias-do-nilo em tanques-rede, foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x4, sendo três linhagens de tilápia-do-nilo (UFLA, comercial 1 – COM1 e comercial 2 – COM2) e quatro planos nutricionais (PN1, PN2, PN3 e PN4), com quatro repetições.

Os dados de desempenho produtivo, rendimentos dos componentes corporais e características morfométricas, obtidos ao final do experimento, foram submetidos à análise de variância utilizando-se o pacote computacional Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG) – versão 9.1 (Universidade Federal de Viçosa-UFV, 2007) e o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + L_i + P_j + LP_{ij} + e_{ijk}$$

em que

$Y_{ijk}$  = observação k da linhagem i, submetida ao plano nutricional j;

$\mu$  = média geral;

$L_i$  = efeito da linhagem i, sendo  $i = 1, 2, 3$ ;

$P_j$  = efeito do plano nutricional j, sendo  $j = 1, 2, 3, 4$ ;

$LP_{ij}$  = efeito da interação da linhagem i com o plano nutricional j;

$e_{ijk}$  = erro associado a cada observação que, por pressuposição, é NID  $(0, \sigma^2)$ .

Para verificar o efeito da interação de plano nutricional e linhagem nas variáveis peso corporal, medidas morfométricas e pesos dos componentes corporais, nas diferentes idades avaliadas ao decorrer do período experimental, foi incluído o fator tempo como subparcela e somente a partir da verificação da ausência de efeito dessa interação para todas as variáveis realizaram-se as análises de regressão linear e não-linear, separadamente para cada linhagem e para cada plano nutricional. O modelo da análise de variância foi realizado de acordo com o seguinte modelo:

$$Y_{ijkl} = \mu + L_i + P_j + LP_{ij} + e_{ijl} + I_k + LI_{ik} + PI_{jk} + LPI_{ijk} + e_{ijkl}$$

em que

$Y_{ijkl}$  = observação l da linhagem i, submetida ao plano nutricional j, na idade de coleta k;

$\mu$  = média geral;

$L_i$  = efeito da linhagem i, sendo  $i = 1, 2, 3$ ;

$P_j$  = efeito do plano nutricional j, sendo  $j = 1, 2, 3, 4$ ;

$LP_{ij}$  = efeito da interação da linhagem i com o plano nutricional j;

$e_{ijl}$  = erro associado a cada parcela que, por pressuposição, é NID  $(0, \sigma^2)$ ;

$I_k$  = efeito da idade de coleta, sendo  $l=1, 2, 3, 4, 5$ ;

$LI_{ik}$  = efeito da interação da idade de coleta  $l$  com a linhagem  $i$ ;

$PI_{jk}$  = efeito da interação da idade de coleta  $l$  com o plano nutricional  $j$ ;

$LPI_{ijk}$  = efeito da interação da idade de coleta  $l$  com a linhagem  $i$  e o plano nutricional  $j$ ;

$e_{ijkl}$  = erro associado à cada observação que, por suposição, é NID  $(0, \sigma^2)$ .

### 3.7.2 Experimento 2

Avaliação de linhagens de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) cultivadas em hapas e submetidas a diferentes planos nutricionais.

Para o experimento 2, referente ao cultivo de tilápias-do-nilo em hapas, utilizou-se um delineamento em parcelas subdivididas, sendo quatro planos nutricionais (PN1, PN2, PN3 e PN4) aplicados às parcelas de acordo com um delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições e três linhagens de tilápia-do-nilo (UFLA, comercial 1 – COM1 e comercial 2 – COM2), aplicado às subparcelas.

Os dados de desempenho produtivo, rendimentos dos componentes corporais e características morfométricas, obtidos ao final do experimento, foram submetidos à análise de variância utilizando-se o pacote computacional Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG ) versão 9.1 (UFV, 2007) e o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + P_i + e_{ik} + L_j + PL_{ij} + e_{ijk}$$

em que

$Y_{ijk}$  = observação k da linhagem j, submetida ao plano nutricional i;

$\mu$  = média geral;

$P_i$  = efeito do plano nutricional i, sendo  $i = 1, 2, 3, 4$ ;

$e_{ik}$  = erro associado à parcela que, por pressuposição, é NID  $(0, \sigma^2)$ ;

$L_j$  = efeito da linhagem j, sendo  $j = 1, 2, 3$ ;

$PL_{ij}$  = efeito da interação do plano nutricional i com a linhagem j;

$e_{ijk}$  = erro associado a cada observação que, por pressuposição, é NID  $(0, \sigma^2)$ .

Para verificar o efeito da interação de plano nutricional e linhagem nas diferentes idades avaliadas, foi incluído o fator tempo como subsubparcela e, somente a partir da verificação da ausência de efeito dessa interação para todas as variáveis, foram realizadas as análises de regressão linear e não-linear, separadamente, para cada linhagem e para cada plano nutricional. O modelo da análise de variância foi realizado de acordo com o seguinte modelo:

$$Y_{ijkl} = \mu + P_i + e_{il} + L_j + PL_{ij} + e_{ijl} + I_k + PI_{ik} + LI_{jk} + PLI_{ijk} + e_{ijkl}$$

em que

$Y_{ijkl}$  = observação l da linhagem j, submetida ao plano nutricional i, na idade de coleta k;

$\mu$  = média geral;

$P_i$  = efeito do plano nutricional i, sendo  $i = 1, 2, 3, 4$ ;

$e_{il}$  = erro associado a cada parcela que, por pressuposição, é NID  $(0, \sigma^2)$ ;

$L_j$  = efeito da linhagem j, sendo  $j = 1, 2, 3$ ;

$PL_{ij}$  = efeito da interação do plano nutricional i com a linhagem j;

$e_{ijl}$  = erro associado a cada subparcela que, por pressuposição, é NID  $(0, \sigma^2)$ ;

$I_k$  = efeito da idade de coleta, sendo  $k = 1, 2, 3, 4, 5$ ;

$PI_{ik}$  = efeito da interação da idade de coleta  $l$  com o plano nutricional  $j$ ;

$LI_{jk}$  = efeito da interação da idade de coleta  $l$  com a linhagem  $i$ ;

$PLI_{ijk}$  = efeito da interação da idade de coleta  $l$  com a linhagem  $i$  e o plano nutricional  $j$ ;

$e_{ijkl}$  = erro associado à cada observação, que por pressuposição é NID  $(0, \sigma^2)$ .

### **3.7.3 Análise de regressão**

Para ambos os experimentos, foi realizada a análise de regressão para os dados de peso corporal, medidas morfométricas e pesos dos componentes corporais, obtidos nas consecutivas amostragens realizadas ao decorrer do período experimental, separadamente para cada linhagem e para cada plano nutricional estudado. As equações dessas variáveis foram estimadas em função da idade dos peixes, contada a partir do início do experimento, por meio do procedimento REGREAMD1 do pacote computacional SAEG versão 9.1 (UFV, 2007).

Para escolher a equação de regressão com melhor ajuste, foi realizada uma análise de variância, decompondo o efeito da idade em componentes de regressão linear, dentro de cada plano nutricional e de cada linhagem. Os efeitos das idades (linear, quadrático, cúbico e quártico) foram testados com um grau de liberdade cada e a opção pelo modelo foi realizada por meio da observação do nível de significância e, posteriormente, do coeficiente de determinação de cada modelo.

### 3.7.4 Crescimento alométrico

O estudo do crescimento alométrico dos componentes corporais foi realizado mediante modelo da equação exponencial  $y_i = ax^b$  e sua transformação logarítmica em um modelo linear (Huxley, 1932):

$$\ln y = \ln a + b \ln x + \ln \varepsilon_i$$

em que

y = peso de cada componente corporal;

x = peso total do peixe;

a = interceptão do logaritmo da regressão linear sobre y e “b”;

b = coeficiente de crescimento relativo ou coeficiente de alometria;

$\varepsilon_i$  = erro multiplicativo.

As análises para a obtenção dos coeficientes alométricos foram realizadas pelo *software* livre R 2.9.1. Para a verificação das hipóteses de nulidade ( $b = 1$ ) e alternativa ( $b \neq 1$ ), foi realizado o teste de “t” (student): se  $b = 1$ , o crescimento foi denominado isogônico, indicando que as taxas de desenvolvimento de “x” e “y” foram semelhantes no intervalo de crescimento considerado. Quando  $b \neq 1$ , o crescimento foi considerado heterogônico, sendo positivo ( $b > 1$ ), desenvolvimento tardio, ou negativo ( $b < 1$ ), desenvolvimento precoce.

### 3.7.5 Curvas de crescimento

Para o estudo das curvas de crescimento, os diferentes modelos de crescimento testados foram avaliados mediante os seguintes avaliadores de qualidade dos ajustes: coeficiente de determinação ajustado ( $R^2$  Aj.), quadrados médios do erro (QME), número de iterações e intervalo de confiança. Assim, por apresentar um melhor ajuste dos dados, optou-se pela utilização do modelo de



Gompertz (Laird, 1965), para estudar a relação entre peso corporal e idade real dos animais, contada a partir da data de eclosão dos ovos, cuja função é escrita da seguinte forma:

$$y_i = Ae^{-Be^{-kx_i}} + \varepsilon_i$$

em que

$y_i$  = cada valor observado da variável dependente, sendo  $i = 1, 2, \dots, n$ ;

$A$  = valor assintótico ou valor máximo;

$B$  = constante de integração;

$K$  = taxa de crescimento relativo ao valor máximo ou taxa de maturidade;

$x_i$  = variável independente, ou seja, a idade de cada animal;

$\varepsilon_i$  = erro associado a cada observação que, por suposição, é NID  $(0, \sigma^2)$ .

Os ajustes foram obtidos por meio da *library* “nlme” do software livre R 2.9.1. Os parâmetros das curvas estimados para os diferentes planos nutricionais e para as diferentes linhagens estudadas foram comparados pelos seus intervalos de confiança, com probabilidade de 95%.

A hipótese de correlação serial dos resíduos não foi testada, pois cada peixe foi pesado uma única vez e abatido. Assim, não haveria explicação biológica se houvesse correlação entre eles.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Experimento 1

Avaliação de linhagens de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) cultivadas em tanques-rede e submetidas a diferentes planos nutricionais.

#### 4.1.1 Condições experimentais

Durante o período experimental, a temperatura mínima média mensal observada dentro dos tanques-rede variou de 21,4°C (junho de 2008) a 25,4°C (dezembro de 2007), com média de 23,71±1,62°C e a máxima variou de 23,5°C (junho de 2008) a 29,0°C (fevereiro de 2008), com média de 26,63±1,98°C (Figura 3). As médias mensais dos níveis de oxigênio dissolvido na água variaram de 5,61 mg/l (abril de 2008) a 7,20 mg/l (junho de 2008), com média de 6,58±0,85 mg/l, mantendo-se sempre acima do mínimo recomendado (4,0 mg/l) por Sipaúba-Tavares (1995). As médias mensais de condutividade elétrica variaram de 36 µS/cm (junho de 2008) a 47 µS/cm (abril de 2008), com média de 41±5 µS/cm. Em geral, os parâmetros físico-químicos da água dos tanques-rede permaneceram próximos dos limites normalmente recomendados para o bom desempenho da espécie (Sipaúba-Tavares, 1995; Popma & Phelps, 1998; Kubitzka, 2004).

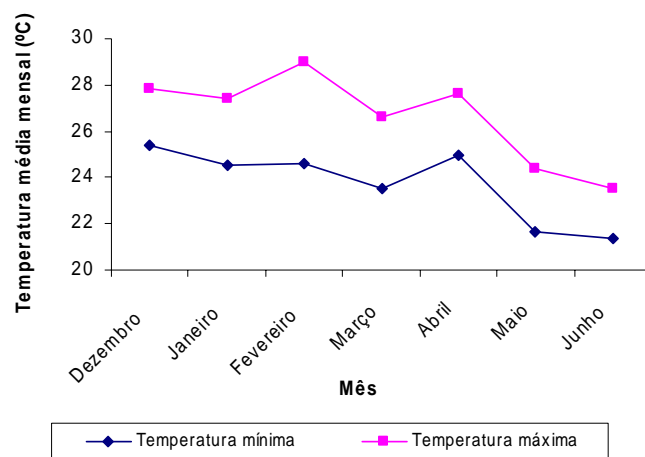


FIGURA 3 Médias de temperaturas mínimas e máximas observadas durante o período experimental.

Os pesos médios, mínimos e máximos de cada amostragem, desde o início do experimento, assim como as datas em que as amostragens foram realizadas, encontram-se na Tabela 6.

TABELA 6 Pesos dos peixes durante a estocagem e nas cinco amostragens consecutivas, realizadas durante o período de cultivo, com respectivos desvios padrão.

Data	Idade real	Dias de experimento	Peso mínimo	Peso máximo	Peso médio	Desvio padrão
28-jan-08	103	1°	-	-	25,00	-
21-fev-08	127	25°	47,10	86,40	61,15	9,09
25-mar-08	160	58°	138,50	241,90	198,18	28,80
23-abr-08	189	87°	236,10	434,90	329,70	41,37
29-mai-08	225	123°	424,00	618,10	536,91	54,66
2-jul-08	259	157°	588,90	837,10	699,68	67,62

#### 4.1.2 Desempenho produtivo

Simultaneamente à retirada dos peixes do berçário, quando os juvenis, pesando em média 61,15g, foram redistribuídos aos tanques-redes, de acordo com sua linhagem e o plano nutricional ao qual foram previamente submetidos, realizou-se a primeira amostragem e os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. Constatou-se que o peso corporal, o comprimento padrão, a altura e a largura do corpo na região 1 não variaram em função da linhagem ( $P>0,05$ ), independente do plano nutricional introduzido durante a fase de berçário (Tabela 7).

TABELA 7 Peso corporal , comprimento padrão, altura e largura do corpo das linhagens de tilápia-do-nilo UFLA e comerciais 1 (COM1) e 2 (COM2), no momento da retirada do berçário e realização da primeira amostragem.

Variável	Linhagem			MÉDIA	CV
	UFLA	COM1	COM2		
Peso Individual (g) <sup>ns</sup>	61,85	63,30	58,31	61,15	12,49
Comprimento padrão(cm) <sup>ns</sup>	11,69	11,73	11,58	11,66	3,06
Altura do corpo 1(cm) <sup>ns</sup>	4,47	4,50	4,36	4,44	4,29
Largura do corpo 1(cm) <sup>ns</sup>	2,10	2,11	2,08	2,10	5,65

<sup>ns</sup> Não significativo, a 0,05 de probabilidade, pelo teste F.

Porém, os juvenis introduzidos no plano nutricional PN1 apresentaram corpos com menor ( $P<0,05$ ) altura e largura na região próxima à cabeça que os demais juvenis (Tabela 8). Isso, provavelmente, deve-se ao fato de esse plano nutricional iniciar-se com o fornecimento de ração com menor teor de proteína bruta (32%) do que nas rações inicialmente fornecidas pelos planos PN2, PN3 e PN4 (36, 36 e 40% de PB, respectivamente), que não diferiram entre si ( $P>0,05$ ). Portanto, presume-se que, para melhor atender às necessidades nutricionais dos

juvenis de tilápia de 25 a 60g de peso, o nível de PB da ração fornecida nesta fase deve que ser superior a 32%. Apesar disso, pode-se afirmar que, de maneira geral, os peixes das diferentes linhagens e submetidos aos diferentes planos nutricionais iniciaram a fase subsequente de cultivo em condições bastante semelhantes.

TABELA 8 Valores médios para biomassa, peso individual, comprimento padrão e da cabeça, altura da cabeça, altura e largura do corpo dos juvenis de tilápia-do-nilo, por plano nutricional, no momento da retirada do berçário e realização da primeira amostragem.

Variável	Plano nutricional*				MÉDIA	CV
	PN1	PN2	PN3	PN4		
Peso individual (g) <sup>ns</sup>	55,13	63,98	60,32	65,18	61,15	12,49
Comprimento padrão(cm) <sup>ns</sup>	11,74	11,79	11,49	11,63	11,66	3,06
Altura do corpo 1(cm)*	4,22 b	4,54 a	4,47 a	4,54 a	4,44	4,29
Largura do corpo 1(cm)*	1,92 b	2,15 a	2,14 a	2,18 a	2,10	5,65

<sup>ns</sup> Não significativo, a 0,05 de probabilidade, pelo teste F;

\* Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si (P>0,05), pelo teste SNK.

Não houve interação (P>0,05) entre linhagem e plano nutricional para a maioria das características de desempenho estudadas ao final do período de cultivo, exceto para os consumos médios de ração e de proteína bruta por indivíduo e para o custo total com ração durante o período experimental (Tabela 9). O plano nutricional PN3 resultou em maior consumo de ração para todas as linhagens e maiores consumo de proteína bruta e custo com ração para a linhagem comercial 1 (COM1), enquanto o plano nutricional PN1 resultou em maiores consumo de proteína e custo com ração para as linhagens UFLA e comercial 2 (COM2). A linhagem UFLA apresentou maiores consumo de ração, consumo de proteína e custo com ração em quase todos os planos nutricionais,

exceto no plano nutricional PN2, no qual a linhagem COM2 apresentou maiores resultados.

O maior CMR foi observado para linhagem UFLA recebendo plano nutricional PN3 e os maiores CPB e CUSTOT foram observados para a linhagem UFLA recebendo plano nutricional PN1.

TABELA 9 Desdobramento da interação entre linhagem (UFLA, COM1 e COM2) e plano nutricional (PN1, PN2, PN3 E PN4) para consumo médio de ração (CMR) e de proteína bruta (CPB) por indivíduo e custo total com ração durante o período experimental (CUSTOT).

Linhagem	Plano nutricional			
	PN1	PN2	PN3	PN4
<b>CMR (g/peixe)*</b>				
<b>UFLA</b>	1091,89 Ac	1083,55 Bd	1160,10 Aa	1141,69 Ab
<b>COM1</b>	1017,89 Cd	1056,55 Cb	1143,11 Ba	1026,58 Cc
<b>COM2</b>	1073,49 Bc	1104,31 Ab	1140,21 Ca	1060,24 Bd
<b>CPB (g/peixe)*</b>				
<b>UFLA</b>	349,41 Aa	317,65 Bc	335,93 Ab	280,26 Ad
<b>COM1</b>	325,73 Cb	311,07 Cc	330,86 Ba	253,25 Cd
<b>COM2</b>	343,52 Ba	323,35 Ac	330,46 Bb	261,30 Bd
<b>CUSTOT (R\$)*</b>				
<b>UFLA</b>	1,52 Aa	1,43 Bc	1,48 Ab	1,36 Ad
<b>COM1</b>	1,41 Cb	1,40 Cc	1,46 Ba	1,23 Cd
<b>COM2</b>	1,49 Ba	1,45 Ac	1,46 Bb	1,47 Bd

\* Para cada variável, médias seguidas de diferentes letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si, pelo teste de SNK ( $P < 0,05$ ); valor do dólar norte-americano cotado em novembro de 2009: US\$ 1,737.

As médias das variáveis de desempenho das tilápias-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) das diferentes linhagens são apresentadas na Tabela 10.

TABELA 10 Valores médios obtidos para peso corporal inicial (PI) e final (PF), biomassa final (BIOM), ganho de peso absoluto (GP), ganho de peso diário (GPD), ganho de peso relativo (GPR), sobrevivência (SOBR), uniformidade (UNIF), conversão alimentar aparente (CAA), taxa de eficiência proteica (TEP), taxa de crescimento específico (TCE), fator de condição de Fulton (K), custo total com ração durante o período experimental (CUSTOT), custo com ração por unidade de ganho de peso (CUSTOK), custo com ração por quilo de filé com pele produzido (CUSTOF), consumo médio de ração por indivíduo (CMR) e consumo médio de proteína bruta por indivíduo (CPB) no cultivo das linhagens UFLA, comercial 1 (COM1) e comercial 2 (COM2), em hapas.

Variável	Linhagem			Média geral	CV
	UFLA	COM1	COM2		
PI(g) <sup>ns</sup>	61,85	63,30	58,31	61,15	12,49
PF(g)*	745,83 a	662,28 c	690,95 b	699,68	7,83
BIOM(kg/m <sup>3</sup> ) <sup>ns</sup>	110,60	98,89	102,72	104,07	8,41
GP(g)*	683,98 a	598,98 c	632,64 b	638,53	8,75
GPD(g/dia)*	5,18 a	4,54 c	4,79 b	4,84	8,75
GPR (%) <sup>ns</sup>	1123,47	985,63	1104,37	1071,16	16,02
SOBR(%) <sup>ns</sup>	97,37	98,00	97,54	97,63	0,89
UNIF(%)**	62,50 c	88,75 a	73,75 b	75,00	12,77
CAA <sup>ns</sup>	1,65	1,79	1,74	1,73	8,33
TEP <sup>ns</sup>	2,14	1,97	2,02	2,04	8,27
TCE(%/dia) <sup>ns</sup>	1,87	1,78	1,86	1,84	6,02
K**	2,35 a	2,21 b	2,22 b	2,26	3,45
CUSTOT (R\$)**	1,45 a	1,38 c	1,42 b	1,41	0,06
CUSTOK (R\$/kg) <sup>ns</sup>	2,13	2,31	2,25	2,23	8,70
CUSTOF (R\$/kg) <sup>ns</sup>	4,55	4,91	4,83	4,77	7,98
CRM(g/peixe)**	1119,31 a	1061,03 c	1094,56 b	1091,63	0,06
CPB(g/peixe)**	320,81 a	305,23 c	314,66 b	313,56	0,06

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si (P>0,05), pelo teste SNK; <sup>ns</sup> não significativo, a 0,05 de probabilidade, pelo teste F; \* significativo, a 0,05 de probabilidade, pelo teste F; \*\*Significativo, a 0,01 de probabilidade, pelo teste F; valor do dólar norte-americano cotado em novembro de 2009: US\$ 1,737.

Observa-se que a linhagem UFLA destacou-se em relação às linhagens comerciais, por ter apresentado maiores ( $P < 0,05$ ) PF, GP e GPD. Por outro lado, foi a linhagem que apresentou menor ( $P < 0,05$ ) UNIF, consequência de a linhagem não ter passado por nenhum processo de seleção genética. O contrário foi observado nas linhagens melhoradas (COM1 e COM2), tendo a COM1 sido a mais uniforme e, também, a de pior desempenho produtivo. De maneira geral, verificou-se que linhagem UFLA foi mais produtiva, porém, também mais desuniforme que as comerciais e, dentre estas, a COM2 foi a que se mostrou com maior desempenho produtivo.

Romana-Eguia & Eguia (1999), avaliando tilápias-vermelhas de linhagens da Tailândia e Filipinas, observaram melhores resultados de desempenho da linhagem Tailandesa quando criadas em água salobra e melhores resultados da linhagem filipina quando criadas em água salinas. Esses resultados demonstram que o desempenho depende da adaptação da linhagem a determinada condição de cultivo.

Em estudo comparativo de uma população da linhagem Chitralada e de uma população da linhagem de Bouaké (nilótica), Moreira et al. (2000) demonstrou que o grau de heterozigose é muito superior na população introduzida da Tailândia, podendo ser este um fator importante que explique o desempenho produtivo das diferentes linhagens.

As diferenças de desempenho produtivo entre linhagens de tilápia-do-nilo também foram destacadas por Wagner et al. (2004), que ressaltaram a superioridade da linhagem Tailandesa em relação à Bouaké e ao híbrido entre essas duas linhagens, que apresentou desempenho intermediário.

Proporcionalmente, o ganho de peso absoluto da linhagem UFLA foi 14,19% e 8,12% superior aos ganhos de peso observados para as linhagens COM1 e COM2, respectivamente. Apesar disso, os valores observados para ganho de peso relativo das linhagens UFLA, COM1 e COM2 (1123,47, 985,63 e



1104,37%, respectivamente) não apresentaram diferença significativa.

Embora o ganho de peso da linhagem UFLA tenha sido superior, o consumo de ração e de proteína bruta também foram superiores, resultando em uma variação não significativa entre conversão alimentar aparente e taxa de eficiência proteica. Assim, o custo com ração durante o cultivo (CUSTOT) também se mostrou superior para esta linhagem. Adicionalmente, não foi observada diferença ( $P > 0,05$ ) para CUSTOK e CUSTOF, comprovando uma relação proporcional entre alimento consumido e ganho de peso. Portanto, a afirmativa de que esta linhagem apresentou um melhor desempenho se justifica principalmente pelo menor tempo de cultivo gasto para atingir o peso de abate, o que reduz gastos operacionais.

Em geral, o custo médio apresentado por kg de peixe produzido (R\$2,23/kg) foi alto, considerando que 50% a 70% dos custos de produção são relativos aos custos com alimentação (Cyrino et al., 1998; Logato, 1999; Carneiro et al., 1999b; Carmo, 2003; França, 2003; Firetti & Sales, 2004; Campos et al., 2007). Dessa forma, o custo de produção estimado por extrapolação, para este cultivo, seria de, aproximadamente, R\$3,19 a R\$4,46. Carmo (2003), avaliando o crescimento de linhagens de tilápia, encontrou custos com alimentação de R\$1,50, R\$1,42 e R\$0,97.kg<sup>-1</sup> de peixe para as linhagens nilótica, vermelha e chitralada, respectivamente, e França (2003), para essas mesmas linhagens, observou valores de R\$1,78, R\$1,78 e R\$1,70, respectivamente.

Campos et al. (2007), avaliando economicamente a criação de tilápias em tanques-rede, observaram um custo total médio de produção de R\$2,05/kg, custo este composto, principalmente (50,44%), pelo custo com ração. Já Carneiro et al. (1999b) encontraram participação superior (63,47%) para este item, estudando a criação de tilápias-vermelhas em tanques-rede. Estes mesmos autores consideraram, em ordem decrescente de importância, os seguintes

fatores indicadores de viabilidade econômica para a produção de tilápias no sistema intensivo em tanques-rede: preço de venda do peixe, custo da ração, conversão alimentar, taxa de sobrevivência e preço dos alevinos. Dentre esses fatores, o custo com ração é a variável mais importante na piscicultura, sobre a qual o produtor deve atuar (Silva et al., 2003)

A conversão alimentar observada neste estudo (1,73) foi superior à encontrada por Bezerra (2000) para a engorda da tilápia Chitralada em tanques-rede, com valor de 0,98; porém, o peso médio final observado pelo autor foi de 357g, bem inferior ao obtido neste estudo. Lovshin (1997) destaca que, em sistemas superintensivos de produção, como tanques-rede, a conversão alimentar de peixes pode variar de 1,7 a 2,0 para peixes de 400 a 500g. Gontijo et al. (2008) definem como satisfatório para a piscicultura em tanques-rede uma conversão alimentar acumulada de 1,4 a 1,6, após 210 dias de cultivo, obtendo peixes com peso médio final de 900 a 1.050g, com consumo de 1.300 a 1.700g de ração por peixe. Portanto, os valores observados no presente estudo mostraram-se satisfatórios, considerando o período de 157 dias de cultivo, com peso inicial de 25g.

Na criação em tanques-rede, a tilápia-do-nilo tem demonstrado maior desempenho comparativamente ao sistema tradicional, atingindo produtividades que variam de 70 a 300 kg m<sup>3</sup> (Coche, 1982; Schmittou, 1995; Lovshin, 1997). Conte (2002), estudando a produtividade de tilapicultura em tanques-rede, em diferentes densidades de estocagem, observou que a maior biomassa obtida com 300 a 400 peixes/m<sup>3</sup> foi de 135 kg/m<sup>3</sup> e, com 500 a 600 peixes/m<sup>3</sup>, foi de 180 kg/m<sup>3</sup>. Assim, neste estudo, a produtividade em termos de biomassa total ao final do cultivo mostrou-se satisfatória, com 104,07 kg/m<sup>3</sup>.

A taxa de eficiência proteica mensura a capacidade de aproveitamento da proteína consumida pelo animal. Os resultados mostraram que a proteína contida nas dietas foi aproveitada de forma semelhante pelas diferentes linhagens. A

eficiência proteica média das linhagens estudadas foi de 2,04, mostrando-se superior à encontrada por Meurer et al. (2002) ao estudarem alevinos de tilápias-do-nilo com valor de 1,81 e inferior à encontrada por Furuya et al. (2005), que estudaram juvenis dessa espécie, com 2,96.

Os valores de  $k$  apresentados no presente estudo indicam as boas condições de cultivo dos animais ao final do experimento. Segundo Braga (1986), o fator de condição é um índice muito utilizado em estudos de biologia pesqueira, pois indica o grau de bem-estar do peixe em relação ao meio em que vive e deve permanecer constante, independente do tamanho que o peixe possa vir a ter, em um determinado período. Estes valores foram superiores ao observados por Boscolo et al. (2001) que, estudando o desempenho de duas linhagens de tilápia-do-nilo em aquários, observaram valores de 1,83 e 1,97, para as linhagens Tailandesa e comum, respectivamente.

Não houve interação significativa ( $P > 0,05$ ) entre linhagem e idade de cultivo para peso corporal, indicando que os comportamentos das diferentes linhagens seguiram o mesmo padrão de resposta desde o início do cultivo (Figura 4). Porém, observa-se que as linhagens apresentaram pesos corporais bastante semelhantes entre si no início do período experimental, mantendo-se assim até o 58º dia, a partir do qual houve maior ganho de peso da linhagem UFLA e menor no ganho de peso da linhagem COM1. Assim, a linhagem UFLA apresentou crescimento mais acelerado em relação às outras duas linhagens durante todo o período, mas, principalmente, nas fases finais de cultivo, conferindo-lhe maior peso individual ao final do período experimental.

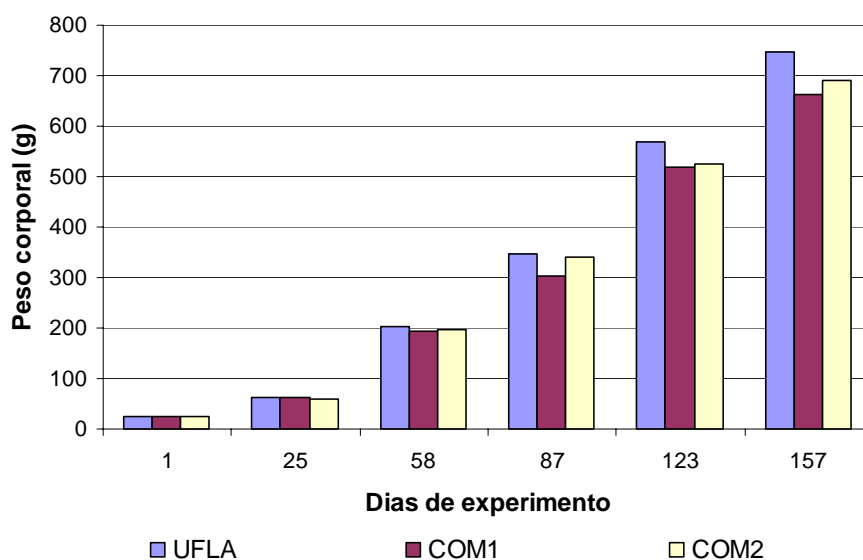


FIGURA 4 Pesos corporais das linhagens de tilápia-do-nylo (*Oreochromis niloticus*), UFLA, comercial 1 (COM1) e comercial 2 (COM2), nas consecutivas amostragens realizadas durante o período experimental.

A análise de regressão para a variável de peso corporal em função dos dias de cultivo, para cada linhagem, é apresentada na Figura 5. O gráfico mostra que houve efeito quadrático dos dias de experimento sobre o peso corporal de todas as linhagens, de forma que a linhagem UFLA apresentou crescimento mais acelerado desde o início do experimento em relação às outras duas linhagens. As duas linhagens comerciais (COM1 e COM 2) apresentaram padrão de crescimento semelhante, com maior aceleração na taxa de crescimento da linhagem COM2, na fase final do cultivo.

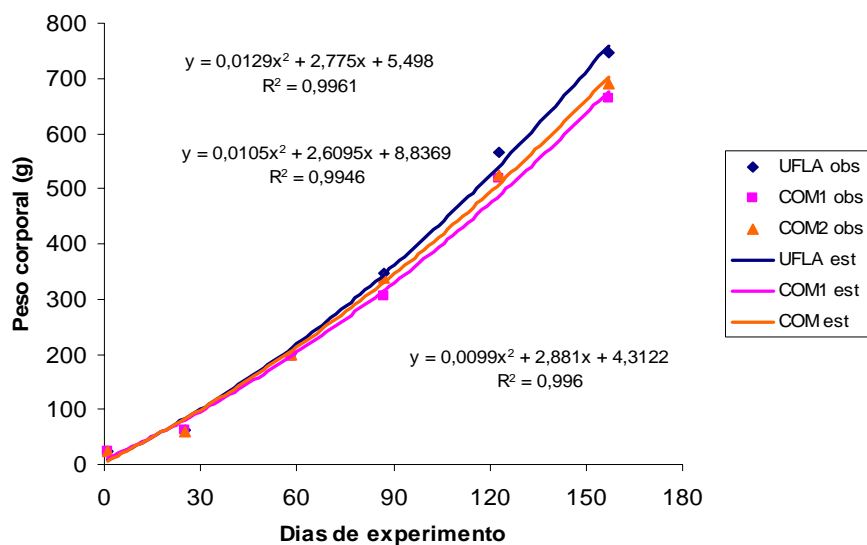


FIGURA 5 Peso corporal das linhagens de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*), UFLA, comercial 1 (COM1) e comercial 2 (COM2), em função dos dias de experimento.

As médias das variáveis de desempenho das tilápias-do-nilo nos diferentes planos nutricionais durante o cultivo em hapas são apresentadas na Tabela 11. Com exceção da CAA e da TEP, todas as demais características de desempenho produtivo avaliadas foram afetadas pelo plano nutricional aplicado na alimentação das tilápias durante o período experimental em tanques-rede. O plano nutricional PN3 apresentou os melhores resultados para PF, BIOM, GP e GPD ( $P < 0,05$ ), indicando que esse plano permitiu o melhor desempenho das tilápias no cultivo em tanques-rede, independente da linhagem, provavelmente por suprir melhor as exigências dos animais durante o seu crescimento. Apesar disso, o plano nutricional PN1 apresentou maiores ( $P < 0,05$ ) GPR e TCE do que os demais planos, indicando que, proporcionalmente ao peso inicial, ele apresentou os melhores resultados.

TABELA 11 Valores médios obtidos para peso corporal inicial (PI) e final (PF), biomassa final (BIOM), ganho de peso absoluto (GP), ganho de peso diário (GPD), ganho de peso relativo (GPR), sobrevivência (SOBR), uniformidade (UNIF), conversão alimentar aparente (CAA), taxa de eficiência proteica (TEP), taxa de crescimento específico (TCE), fator de condição de Fulton (K), custo total com ração durante o experimento (CUSTOT), custo com ração por unidade de ganho de peso (CUSTOK), custo com ração por quilo de filé com pele produzido (CUSTOF), e consumos médios de ração (CMR) e de proteína bruta (CPB) por indivíduo, para tilápias-do-nilo submetidas a diferentes planos nutricionais.

Variável	Plano nutricional				Média Geral	CV
	PN1	PN2	PN3	PN4		
PI(g) <sup>ns</sup>	55,13	63,98	60,32	65,18	61,15	12,49
PF(g)*	718,62 b	695,03 b	741,33 a	643,75 c	699,68	7,83
BIOM(kg/m <sup>3</sup> )*	107,71 b	102,79 b	111,40 a	94,39 c	104,07	8,41
GP(g)*	663,48 b	631,05 b	681,02 a	578,57 c	638,53	8,75
GPD(g/dia)*	5,03 b	4,78 b	5,16 a	4,38 c	4,84	8,75
GPR (%)*	1223,7 a	1004,0 b	1145,5 b	911,4 c	1071,2	16,02
SOBR(%)*	98,33 a	97,15 b	98,67 a	96,38 b	97,63	0,89
UNIF (%)*	78,33 a	61,67 b	83,33 a	76,67 a	75,00	12,77
CAA <sup>ns</sup>	1,61	1,72	1,70	1,87	1,73	8,33
TEP <sup>ns</sup>	1,95	1,99	2,05	2,18	2,04	8,27
TCE (%/dia)*	1,93 a	1,80 b	1,89 b	1,73 c	1,84	6,02
K**	2,13 b	2,35 a	2,30 a	2,26 a	2,26	3,45
CUSTOT(R\$)**	1,475 a	1,425 c	1,468 b	1,287 d	1,414	0,06
CUSTOK (R\$/kg) <sup>ns</sup>	2,24	2,26	2,18	2,24	2,23	8,70
CUSTOF (R\$/kg) <sup>ns</sup>	4,76	4,80	4,73	4,78	4,77	7,98
CRM(g/peixe)**	1061,1 d	1081,5 b	1147,8 a	1076,2 c	1091,63	0,06
CPB(g/peixe)**	339,55 a	317,36 c	332,42 b	264,94 d	313,56	0,06

Médias seguidas da mesma letra na linha, não diferem entre si ( $P > 0,05$ ), pelo teste SNK.; <sup>ns</sup> não significativo, a 0,05 de probabilidade, pelo teste F; \* significativo, a 0,05 de probabilidade, pelo teste F; \*\* significativo, a 0,01 de probabilidade, pelo teste F; valor do dólar norte-americano cotado em novembro de 2009: US\$ 1,737.

Embora o ganho de peso tenha sido superior no plano nutricional PN3, o consumo médio de ração dos peixes desse tratamento também foi superior, não sendo verificada diferença significativa entre as médias de conversão alimentar. Ao contrário, o plano nutricional PN1 apresentou maior ( $P < 0,05$ ) CPB, indicando que o desempenho se mostrou mais relacionado ao consumo de ração e, provavelmente, ao fornecimento do nível de proteína adequado para cada fase de cultivo, do que ao consumo total de proteína bruta dos peixes em cada plano nutricional.

Apesar do maior custo com ração verificado para o plano nutricional PN1, relacionado ao maior consumo de proteína, observa-se que este foi semelhante ao custo verificado no plano PN3 e que estes possibilitaram um aumento no ganho de peso em relação aos tratamentos PN2 e PN4 (5,14% e 14,68% para o plano PN1 e 7,92% e 17,71% para o plano PN3, em relação aos planos PN2 e PN4, respectivamente). Dessa forma, não foi observada diferença significativa no custo final com ração por kg de peixe e por kg de filé com pele produzido.

O menor custo com ração foi observado para o plano nutricional PN4, porém, este tratamento apresentou os piores resultados para PF, BIO, GP, GPD, GPR e TCE, provavelmente porque, embora tenha começado com o maior nível de proteína (40%) nas fases iniciais do experimento, este plano forneceu ração com baixo nível de proteína (22% PB) durante grande parte da fase de engorda dos peixes, determinando o baixo consumo de proteína bruta e indicando que rações com porcentagens de proteína abaixo da exigência nutricional da espécie, mesmo nas fases finais de cultivo, prejudicam o desempenho dos peixes.

Ao contrário do resultado obtido neste estudo, Furuya et al. (2005), estudando níveis de proteína digestível na dieta (25,5%, 27,0%, 28,5%, 30,0%) para tilápia-do-nilo, observaram que o aumento nos níveis de proteína resultou em redução linear na taxa de eficiência proteica e de retenção do nitrogênio e,

consequentemente, em aumento linear na excreção de nitrogênio. Porém, não observaram diferenças para ganho de peso e taxa de sobrevivência. Izel et al. (2004), estudando níveis crescentes de proteína bruta (16%, 19%, 22%, 25% e 28%) em dietas isocalóricas para juvenis de matrinxã (*Brycon cephalus*), concluiu que as rações para essa espécie devem conter pelo menos 28% de proteína bruta para atender às suas necessidades proteicas.

Para tilápias-do-nilo criadas em tanques-rede, a densidades de 200 a 300 kg/m<sup>3</sup>, Coche (1982) observou taxa de crescimento de 1,0 a 2,3 g/dia e conversão alimentar de 1,9 a 2,2, utilizando ração granulada com 25% a 30% de proteína bruta. Carneiro et al. (1999a) constataram, em experimento com tilápias-vermelhas alimentadas com ração comercial com 28% de PB e criadas em gaiolas de 13,5 m<sup>3</sup>, numa densidade de 240 peixes/m<sup>3</sup>, uma conversão alimentar de 2,2.

Houve interação significativa entre idade de cultivo e plano nutricional para peso corporal (Figura 6). Verifica-se que, em cada fase do experimento, os peixes apresentaram respostas diferentes aos planos nutricionais, indicando uma influência direta da porcentagem de proteína na ração no desempenho desses peixes, independente da linhagem. Observa-se que, embora todos os planos tenham iniciado o experimento com peixes de peso corporal semelhante, os planos nutricionais PN2 e PN3 mostraram superioridade ( $P < 0,01$ ) sobre os demais planos, com relação ao incremento em peso corporal dos peixes, entre o 25° e o 58° dia de cultivo. Esse resultado ocorreu, provavelmente, em função do período no qual estes planos forneceram ração com 36% de proteína bruta, entre o 41° e o 50° dia, com peixes pesando entre 110 e 170g, enquanto o plano PN1 forneceu ração com 32% e o PN4, ração com 40%, indicando que, nesta fase, com peixes até 170g, ainda não se deve reduzir a quantidade de ração para níveis abaixo de 36% de proteína bruta. Entre o 58° e o 87° dia, para peixes pesando entre 170 e 330g, os planos PN1 e PN3, fornecendo ração com 32% de PB,



apresentaram maior incremento em peso em relação aos planos PN2 e PN4, fornecendo ração com 28% de PB. O plano nutricional PN3 mostrou superioridade, com relação ao peso corporal, sobre todos os demais planos, a partir do 87º dia de cultivo, até o final do experimento, embora o PN1 tenha recuperado seu crescimento a partir do 123º dia.

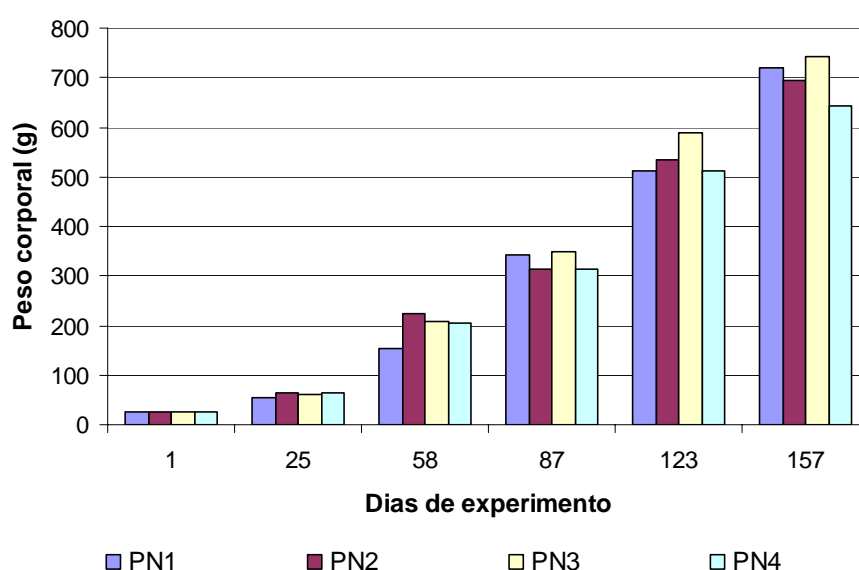


FIGURA 6 Peso corporal das tilápias-do-nylo (*Oreochromis niloticus*) submetidas aos diferentes planos nutricionais nas consecutivas amostragens realizadas durante o período experimental.

A análise de regressão para a variável de peso corporal em função dos dias de cultivo, para cada plano nutricional, é apresentada na Figura 7. O peso corporal apresentou comportamento quadrático para todos os planos nutricionais. Observa-se que o plano nutricional PN1 apresentou a menor taxa de crescimento ao início do cultivo, sugerindo que o nível de 32% de proteína bruta na dieta ficou abaixo do requerimento nutricional para essa fase. Contudo, ao

longo do período de cultivo, houve uma recuperação no peso corporal dos peixes deste plano nutricional, uma vez que o nível de proteína bruta na ração foi mantido constante, enquanto nos outros planos nutricionais esse nível foi reduzido. Apesar de esta recuperação não ter sido suficiente para compensar seu baixo desempenho ao início do experimento, verifica-se, pela equação, uma tendência de estes peixes superarem o peso dos peixes submetidos aos outros planos, no caso de um período de cultivo mais prolongado.

Nos últimos 34 dias de cultivo, a taxa de crescimento foi superior no plano nutricional PN1, recebendo 32% de proteína bruta, em relação aos demais planos, inclusive ao plano PN3, recebendo 28% PB, indicando que níveis abaixo de 32% nas fases finais de cultivo podem prejudicar o desempenho das tilápias em tanques-rede. Já o plano nutricional PN4 foi o que apresentou os piores resultados, pois, apesar de ter começado com alto nível de proteína, seu crescimento inicial não foi suficientemente diferenciado, a ponto de compensar a menor taxa de crescimento apresentada nas posteriores fases de cultivo.

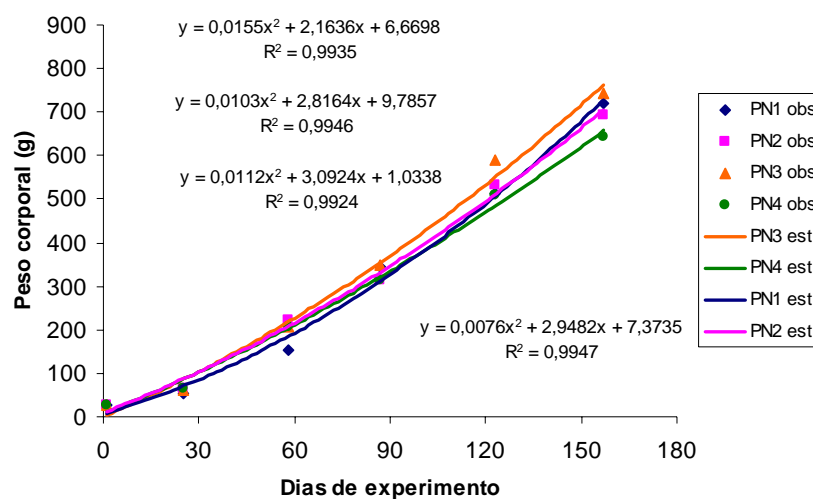


FIGURA 7 Peso corporal de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*), em função dos dias de experimento, para cada plano nutricional.

#### 4.1.3 Rendimentos dos componentes corporais

Não houve efeito significativo da interação entre linhagem e plano nutricional e nem de linhagem sobre a variação de nenhum dos componentes corporais das tilápias-do-nilo ao final do período experimental de cultivo em tanques-rede (Tabela 12).

TABELA 12 Valores médios obtidos da análise de variância para as porcentagens de carcaça (%CAR), vísceras (%RES), cabeça (%CAB), filé com pele (%FILE) e resíduo da filetagem (%RES) das linhagens UFLA, comercial 1 (COM1) e comercial 2 (COM2).

Variável	Linhagem			Média Geral	CV
	UFLA	COM1	COM2		
PF(g)*	745,83 a	662,28 c	690,95 b	699,68	7,83
%CAR <sup>ns</sup>	86,35	86,47	86,52	86,45	0,62
%VIS <sup>ns</sup>	13,65	13,53	13,48	13,55	3,92
%CAB <sup>ns</sup>	24,70	25,10	25,06	24,95	2,08
%FILE <sup>ns</sup>	42,87	42,49	42,58	42,65	1,92
%RES <sup>ns</sup>	18,78	18,89	18,89	18,85	6,33

<sup>ns</sup> Não significativo, a 0,05 de probabilidade, pelo teste F;

\* Significativo, a 0,05 de probabilidade, pelo teste F.

Wagner et al. (2004) também não encontraram diferenças significativas entre os rendimentos de filé de quatro diferentes linhagens de tilápias, entre elas a Tailandesa e a Bouaké. O mesmo foi constatado por Boscolo et al. (2001), ao compararem os rendimentos de filé sem pele entre as linhagens Tailandesa e comum, embora estes autores tenham evidenciado diferenças para o rendimento de tronco. De acordo com Ribeiro et al. (1998), existe correlação positiva entre o tamanho do filé e o peso do peixe, não refletindo no seu rendimento de filé.

Por outro lado, Santos et al. (2007a) encontraram maior rendimento de

filé sem pele e de carcaça para a linhagem Supreme, em relação à linhagem Chitralada (Tailandesa) e Leonhardt et al. (2006), estudando três linhagens de Tilápia, observaram maior rendimento de filé sem pele para o híbrido proveniente do cruzamento entre a linhagem Tailandesa e uma linhagem local, e menor rendimento para a linhagem Tailandesa, relacionando esse resultado com o maior tamanho de cabeça apresentado por esta linhagem.

Os rendimentos de filé com pele variaram de 42,49% a 42,87%, mostrando-se superior ao relatado por Faria et al. (2003), que observaram rendimentos de 39,21% e 36,44% para o filé com pele e sem pele de tilápias-do-nylo, respectivamente. Souza (2002), comparando seis métodos de filetagem, encontrou rendimentos de filé sem pele entre 33,66% e 36,58%, para tilápias-do-nylo. Considerando-se o filé sem pele, a tilápia-do-nylo apresenta valores de aproximadamente 32,2% (Faria et al., 2003).

Segundo Contreras-Gúzman (1994), os valores de rendimento de filé com pele, de espécies marinhas e de água doce, variam de 32,8% a 59,8%, com média de 50,5% e, com a retirada da pele, estes reduzem-se para 43,0%. O autor relata que a pele corresponde a 7,5% do peso dos peixes ósseos. Entretanto, Simões et al. (2007), estudando a linhagem Tailandesa, verificaram porcentagem de pele bruta de 3,68%.

O rendimento de cabeça obtido neste experimento foi de 24,95%, mostrando-se inferior ao encontrado por Wagner et al. (2004), que observaram valores de 29,14%, e por Macedo-Viegas et al. (1997), que encontraram mínimo de 25,41% para a categoria de peso de 401 a 450g e máximo de 29,02% para tilápias-do-nylo pesando entre 301 e 350g.

Para obter melhor rendimento de filé, fatores como a eficiência das máquinas filetadoras e/ou destreza manual do operário e algumas características intrínsecas à matéria-prima, como forma anatômica do corpo, tamanho da cabeça e peso dos resíduos (vísceras, pele e nadadeiras), devem ser consideradas

(Eyo, 1993; Contreras-Gúzman, 1994; Ribeiro et al., 1998).

As análises de regressão para os pesos dos componentes corporais em função dos dias de experimento, para cada linhagem, são apresentadas a seguir (Figuras 8 a 12). Observa-se que o peso da carcaça, o peso das vísceras e o peso da cabeça apresentaram comportamento semelhante ao do peso corporal, sugerindo uma relação linear entre estas variáveis, com crescimento mais acelerado para a linhagem UFLA, nas fases finais do cultivo, sem resultar em diferenças nos rendimentos desses componentes corporais ao final do cultivo. O peso de filé com pele apresentou comportamento linear em função da idade e mostrou-se superior para a linhagem UFLA, durante todo o período, considerando-se, porém, que os peixes só foram filetados a partir da quarta amostragem, quando os peixes já estavam com 87 dias de cultivo.

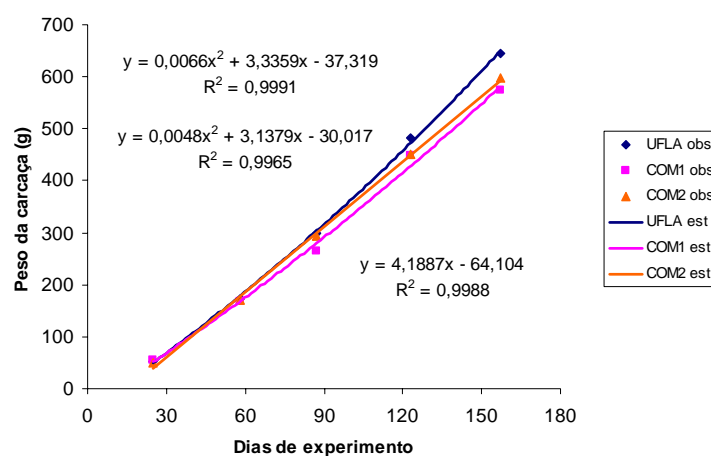


FIGURA 8 Peso da carcaça da tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*), em função da idade, para cada linhagem.

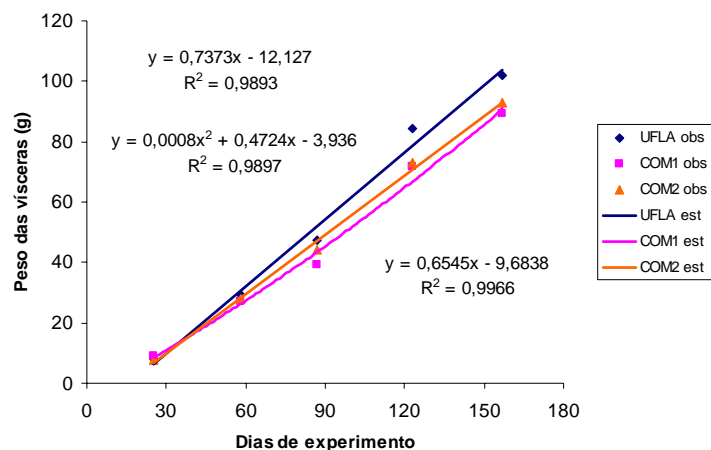


FIGURA 9 Peso das vísceras da tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*), em função da idade, para cada linhagem.

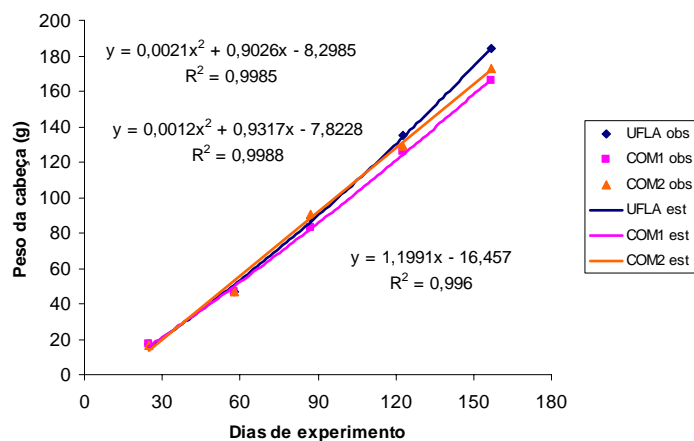


FIGURA 10 Peso da cabeça da tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*), em função da idade, para cada linhagem.

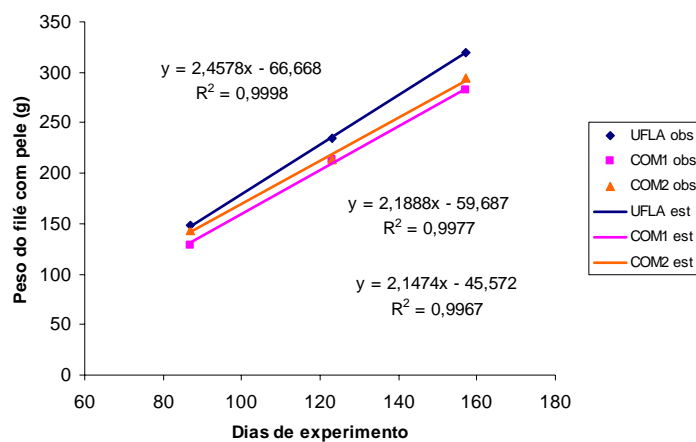


FIGURA 11 Peso do filé com pele da tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*), em função da idade, para cada linhagem.

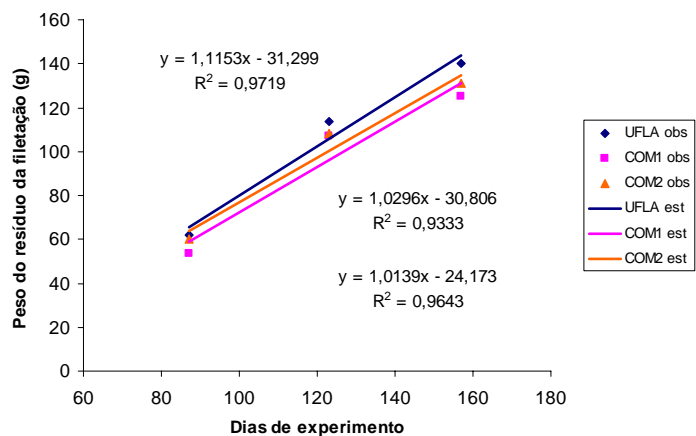


FIGURA 12 Peso do resíduo da filetagem da tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*), em função da idade, para cada linhagem.

Dentre os componentes corporais avaliados para a tilápia-do-nilo, somente a porcentagem de resíduo da filetagem não foi influenciada ( $P > 0,05$ ) pelo plano nutricional ao qual os peixes foram submetidos (Tabela 13).

TABELA 13 Valores médios obtidos da análise de variância para as porcentagens de carcaça (%CAR), vísceras (%RES), cabeça (%CAB), filé com pele (%FILE) e resíduo da filetagem (%RES) de tilápias-do-nilo submetidas a diferentes planos nutricionais.

Variável	Plano nutricional				Média geral	CV
	PN1	PN2	PN3	PN4		
PF(g)*	718,62 b	695,03 b	741,33 a	643,75 c	699,68	7,83
%CAR**	87,40 a	86,68 b	86,69 b	85,01 c	86,45	0,62
%VIS**	12,6 b	13,32 b	13,31 b	14,99 a	13,55	3,92
%CAB**	23,98 b	25,49 a	25,74 a	24,60 b	24,95	2,08
%FILE*	43,47 a	42,93 b	42,23 c	41,96 c	42,65	1,92
%RES <sup>ns</sup>	19,96	18,26	18,73	18,46	18,85	6,33

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si ( $P > 0,05$ ), pelo teste SNK;

<sup>ns</sup> Não significativo, a 0,05 de probabilidade, pelo teste F;

\* Significativo, a 0,05 de probabilidade, pelo teste F;

\*\*Significativo, a 0,01 de probabilidade, pelo teste F.

Observa-se que as porcentagens de carcaça e filé com pele foram superiores ( $P < 0,05$ ) nos peixes que receberam plano nutricional PN1, ou seja, 32% de proteína bruta durante todo o período experimental. Esse resultado, provavelmente, está relacionado ao maior consumo de proteína bruta (g) durante o cultivo e ao consequente aumento na deposição de tecido muscular. Ao contrário, os menores valores para rendimentos de carcaça e filé com pele foram observados no plano nutricional PN4, no qual os peixes receberam ração com menor porcentagem de proteína durante grande parte do experimento e apresentaram menor consumo total de proteína bruta

Confrontando esses resultados com os dados de desempenho produtivo, percebe-se que, embora o plano nutricional PN3 tenha apresentado peso final e ganho de peso superiores aos demais planos, seu rendimento de carcaça mostrou-se inferior ao do plano nutricional PN1, reforçando a hipótese de



correlação entre essa característica e o consumo de proteína bruta.

O rendimento de filé com pele do plano nutricional PN1 foi 1,25%, 2,93% e 3,60% maior em relação aos planos PN2, PN3 e PN4, respectivamente, representando altos valores, quando considerado em uma escala industrial. Apesar disso, todos os resultados de rendimentos de carcaça e filé com pele foram satisfatórios.

Furuya et al. (2005), estudando níveis crescentes de proteína na dieta, observaram que o máximo rendimento de carcaça foi estimado com peixes que receberam dieta com 27,7% de proteína digestível. Estes autores concluíram que é possível reduzir a proteína da dieta de 30% para 27,5% de proteína digestível sem efeitos negativos sobre o crescimento, a composição química e o rendimento da carcaça de tilápia-do-nylo de 5 a 125 g, ocasionando, porém, uma redução do diâmetro das fibras musculares branca e vermelha.

Os planos nutricionais 2 e 3 apresentaram porcentagens de cabeça superiores ( $P > 0,05$ ) aos planos nutricionais 1 e 2, porém, sem apresentar relação inversa evidente com os rendimentos de filé e carcaça, como sugerido por diversos autores (Contreras-Guzmán, 1994; Eyo, 1993; Faria et al., 2003).

Apesar de o peso de carcaça ter sido superior para o plano nutricional PN3, durante praticamente todo o período experimental (Figura 13), o plano PN1 apresentou uma recuperação no crescimento deste componente corporal na fase final de cultivo, provavelmente devido ao maior consumo de proteína bruta, como já discutido anteriormente, resultando em um maior rendimento desta parte do corpo ao final do experimento. Pode-se notar, no gráfico da Figura 14, que o peso de vísceras mostrou comportamento linear para o plano nutricional PN1, mantendo-se com valores sempre abaixo dos outros planos, embora os peixes deste plano tenham recuperado seu peso corporal no decorrer do período experimental. Este resultado pode estar relacionado a um menor acúmulo de gordura nas vísceras destes peixes, devido a uma maior porcentagem de proteína

e uma menor relação energia:proteína na dieta fornecida nas fases finais de cultivo, resultando em maiores rendimento de carcaça e de filé com pele ao final do cultivo. Ao contrário, o peso das vísceras apresentou comportamento quadrático para o plano nutricional PN4, com maior aceleração ao final do cultivo, indicando que o baixo nível de proteína fornecida na dieta a partir da quarta amostragem (87º dia de cultivo), com 22% de PB e relação energia bruta:proteína bruta de 16,3 proporcionaram um aumento no peso de vísceras em detrimento do peso de carcaça e de filé com pele.

Segundo Sá & Fracalossi (2002), a alta relação energia:proteína em dietas para peixes resulta em menor ingestão de proteína e de outros nutrientes essenciais, além de excessiva deposição de gordura visceral, reduzindo o rendimento de carcaça e o prazo de validade do produto final.

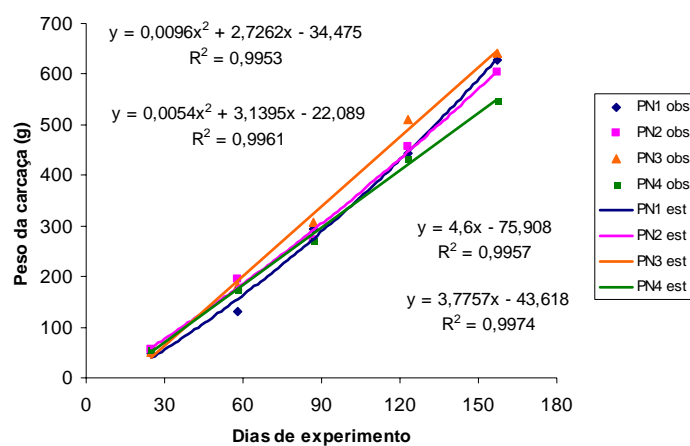


FIGURA 13 Peso da carcaça da tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*), em função da idade, para cada plano nutricional.

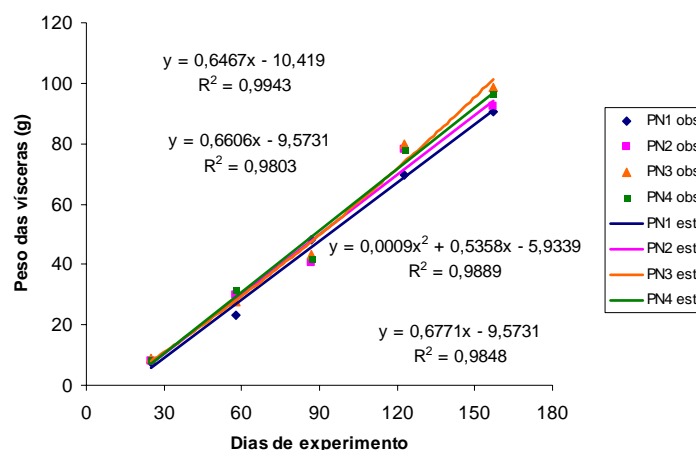


FIGURA 14 Peso das vísceras da tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*), em função da idade, para cada plano nutricional.

Li & Robinson (1999), estudando a relação energia:proteína em juvenis de catfish (*Ictalurus punctatus*), sugeriram que, sempre que possível, esta relação deve ser reduzida, evitando depósitos de gordura visceral. Os mesmos autores afirmam também que, quando há aumento dos níveis de proteína na dieta, deve-se estabelecer redução dos níveis de energia.

Fabregat et al. (2006), estudando níveis de proteína bruta para juvenis de apaiari (*Astronotus ocellatus*), constataram que o nível de proteína na dieta não interferiu na deposição de gordura nas vísceras, no fígado e no músculo dos peixes. Já Furuya et al. (2005), estudando os níveis de 25,5%, 27%, 28,5% e 30% de proteína digestível em dietas para tilápias-do-nilo, observaram efeito sobre o rendimento de carcaça e teores de extrato etéreo na carcaça, tendo o menor valor de gordura na carcaça sido estimado nos peixes alimentados com dieta contendo 27,50% de proteína digestível. Porém, não observaram efeito sobre a gordura visceral. Entretanto, no referido estudo, a maior taxa de

deposição de lipídios na carcaça foi observada em peixes alimentados com dietas contendo 25,5% de proteína digestível. Bomfim et al. (2005) sugerem que peixes alimentados com dietas contendo baixos níveis de proteína provavelmente utilizam a energia adicional para deposição de gordura na carcaça.

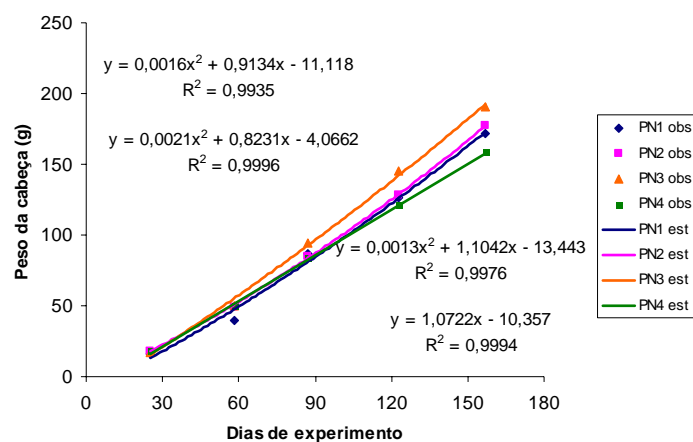


FIGURA 15 Peso da cabeça da tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*), em função da idade, para cada plano nutricional.

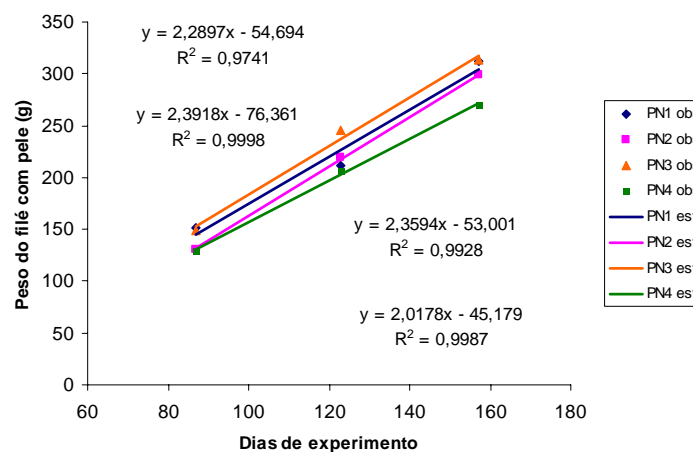


FIGURA 16 Peso do filé com pele da tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*), em função da idade, para cada plano nutricional.

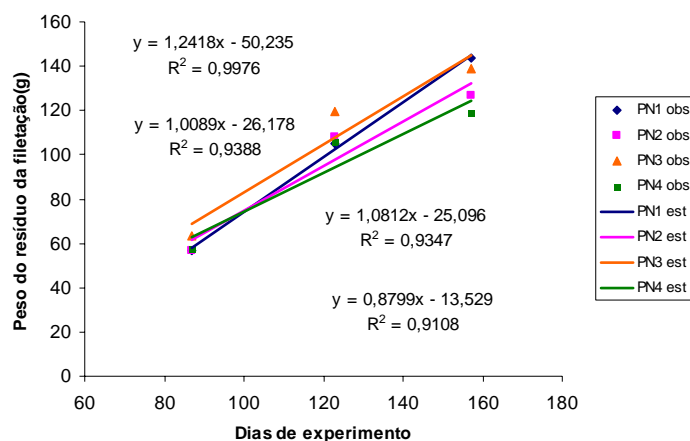


FIGURA 17 Peso da cabeça da tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*), em função da idade, para cada plano nutricional.

Os pesos de filé com pele e de resíduo da filetagem apresentaram comportamentos lineares em função da idade (Figuras 16 e 17), em todos os planos nutricionais, sendo verificadas as maiores taxas de crescimento para PFILE nos planos PN2 e PN3 e para PRES no plano PN1. Os pesos de filé com pele no plano nutricional PN3 mantiveram-se superiores em todo o período, considerando que os peixes só foram filetados a partir da quarta amostragem, aos 87 dias de experimento. Porém, esses resultados estão estritamente relacionados com a maior taxa de crescimento para peso corporal deste plano, não resultando, portanto, em maior rendimento de filé com pele ao final do cultivo, em relação aos planos nutricionais PN1 e PN2. Além disso, observa-se, no gráfico da Figura 15, que o peso de cabeça apresentou uma taxa de crescimento mais elevada no plano nutricional PN3, resultando em uma maior porcentagem dessa parte do corpo e, provavelmente, prejudicando o rendimento final do filé com pele deste plano. Portanto, pode-se inferir que níveis reduzidos

de proteína na dieta ao final do cultivo resultam em maior acúmulo de gordura nas vísceras e menor deposição de tecido muscular, diminuindo os rendimentos das partes comestíveis dos peixes. Assim, os rendimentos de carcaça e filé apresentaram maior relação com o nível de proteína fornecido nas fases finais do cultivo do que com o peso corporal com o qual os peixes foram abatidos.

#### **4.1.4 Características morfométricas**

As características morfométricas estudadas também não apresentaram interação entre linhagem e plano nutricional. Observa-se, na Tabela 14, que a linhagem UFLA apresentou ( $P < 0,05$ ) maiores medidas A1, A3 e L3 e maiores relações P/CP, A1/CP, A2/CP, o que sugere uma pequena diferença na conformação de filé entre as linhagens (Boscolo et al., 2001). Assim, a linhagem UFLA mostrou-se mais robusta e proporcionalmente mais alta na região à frente da nadadeira dorsal, próximo à cabeça e, no pedúnculo, em relação às linhagens COM1 e COM2, sem resultar, no entanto, em diferenças significativas nos seus rendimentos de carcaça e filé com pele.

Ao contrário, Leonhardt et al. (2006) não observaram diferença na relação altura/comprimento padrão entre as linhagens Tailandesa, comum e a híbrida, resultante do cruzamento entre essas duas linhagens. Boscolo et al. (2001), comparando tilápias das linhagens comum e Tailandesa, também não detectaram diferença entre a relação altura/comprimento, mas detectaram, para as relações largura do corpo/altura do corpo e largura do corpo/comprimento do tronco, valores superiores para a linhagem comum, que se apresentou mais robusta. Os autores relacionaram essas características morfométricas com o maior rendimento de carcaça apresentado pela linhagem comum.

TABELA 14 Valores médios obtidos da análise de variância para comprimento padrão (CP), altura da cabeça (AC), alturas do corpo (A1, A2 e A3), larguras do corpo (L1, L2 e L3) e relações entre essas medidas para as linhagens UFLA, comercial 1 (COM1) e comercial 2 (COM2).

Variável	Linhagem			Média geral	CV
	UFLA	COM1	COM2		
PF(g)*	745,83 a	662,28 c	690,95 b	699,68	7,83
CP(cm) <sup>ns</sup>	25,63	25,20	25,52	25,45	2,43
AC(cm) <sup>ns</sup>	8,47	8,21	8,19	8,29	3,03
A1(cm)*	10,66 a	10,14 b	10,31 b	10,37	3,07
A2(cm) <sup>ns</sup>	9,52	9,35	9,33	9,40	3,06
A3(cm)*	3,62 a	3,42 c	3,51 b	3,52	3,35
L1(cm) <sup>ns</sup>	4,37	4,28	4,36	4,33	3,73
L2(cm) <sup>ns</sup>	3,28	3,15	3,20	3,21	4,29
L3(cm)*	1,26 a	1,21 c	1,22 b	1,23	2,92
P/CP**	29,06 a	26,25 b	27,04 b	27,45	5,65
AC/CP <sup>ns</sup>	0,330	0,326	0,321	0,326	2,32
A1/CP**	0,416 a	0,403 b	0,404 b	0,408	1,92
A2/CP <sup>ns</sup>	0,371	0,371	0,366	0,369	2,34
A3/CP*	0,141 a	0,136 c	0,138 b	0,138	2,47
L1/CP <sup>ns</sup>	0,171	0,170	0,171	0,170	4,06
L2/CP <sup>ns</sup>	0,128	0,125	0,125	0,126	3,66
L3/CP <sup>ns</sup>	0,049	0,048	0,048	0,048	3,18
A1/L1 <sup>ns</sup>	2,441	2,373	2,370	2,395	4,44
A2/L2 <sup>ns</sup>	2,913	2,974	2,923	2,937	3,09
A3/L3 <sup>ns</sup>	2,880	2,831	2,873	2,862	2,94

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si ( $P>0,05$ ), pelo teste SNK;

<sup>ns</sup> Não significativo, a 0,05 de probabilidade, pelo teste F;

\* Significativo, a 0,05 de probabilidade, pelo teste F;

\*\*Significativo, a 0,01 de probabilidade, pelo teste F.

Outros autores também têm verificado que o rendimento das partes comestíveis de diversas espécies de peixes está mais relacionado com a largura dos peixes do que com a sua altura, principalmente nas regiões anteriores do tronco, próximas a cabeça (Santos, 2004; Freato, 2005). Assim, explica-se porque, apesar da diferença na relação A1/CP e A3/CP, não foi observada diferença entre os rendimentos de carcaça e filé com pele no presente estudo.

O estudo de regressão das medidas morfométricas do corpo das tilápias em função dos dias experimentais mostrou que as linhagens tiveram comportamentos semelhantes para todas essas medidas (Figura 18), com exceção da altura do corpo, que apresentou diferença significativa ao final do cultivo, com valor superior para a linhagem UFLA. A equação quadrática foi a que melhor se ajustou para todas essas variáveis.

Observa-se que não houve diferença no comportamento do comprimento padrão das diferentes linhagens, durante o seu crescimento. Confrontando esse comportamento com o do peso corporal, pode-se comprovar o aumento da relação entre peso e comprimento padrão com o avanço do cultivo, mostrando a tendência dos peixes de se tornarem mais compactos, porém, sem apresentar relação direta com rendimentos de carcaça e filé com pele.



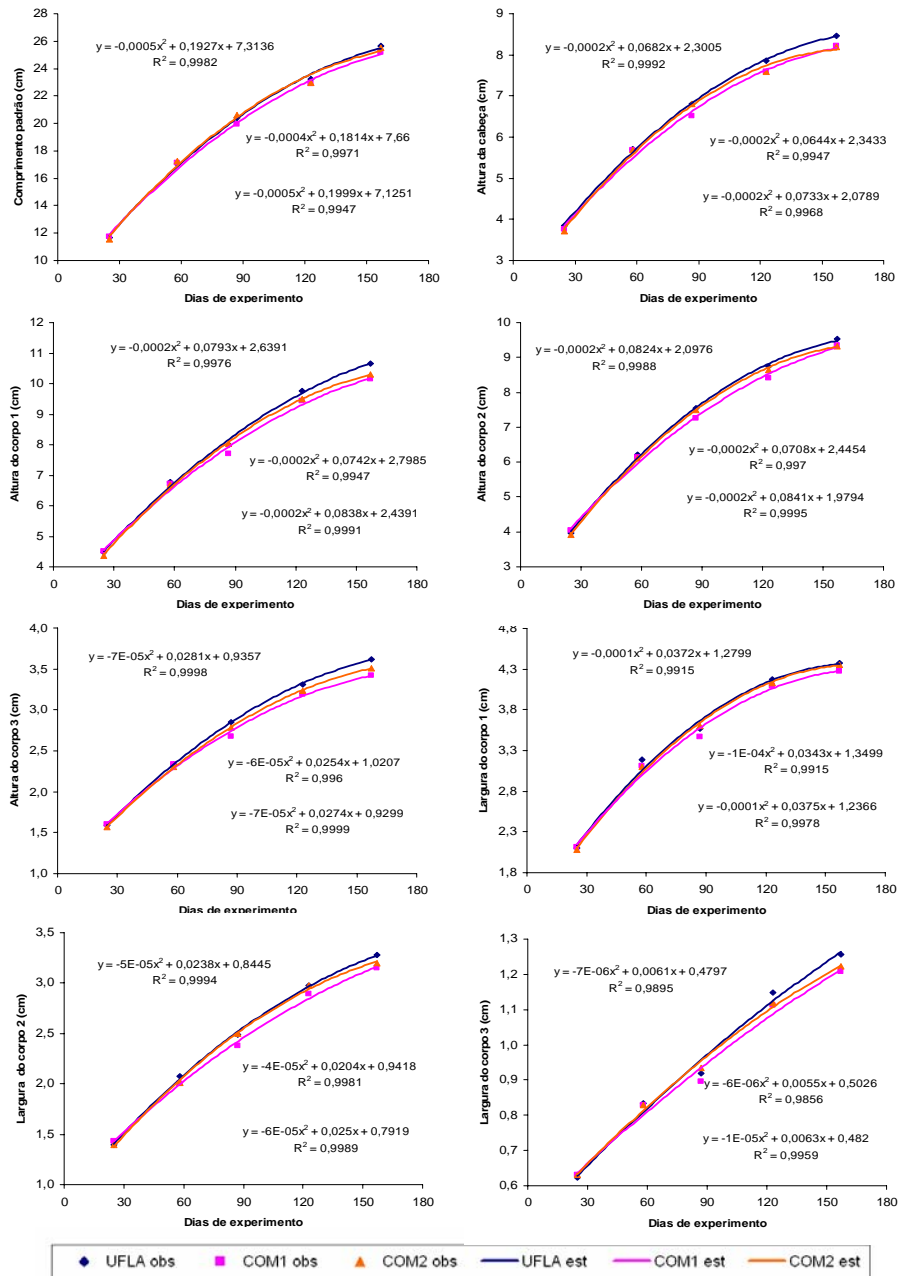


FIGURA 18 Medidas morfométricas do corpo das linhagens UFLA, COM1 e COM2, em função dos dias de experimento.

O plano nutricional PN1 proporcionou ( $P < 0,01$ ) maiores CP e A2/L2, enquanto o plano nutricional PN3 proporcionou maiores AC, L3 e AC/CP. As medidas A1 e L2, assim como suas relações com o comprimento padrão A1/CP e L2/CP, foram superiores para os planos nutricionais PN2 e PN3. O plano nutricional PN4 apresentou os menores valores de CP, AC, A1, A2, A3 e L3, como esperado, considerando que os peixes submetidos a esse plano nutricional terminaram o período de cultivo com pesos corporais bastante inferiores aos demais planos. Não foram verificados efeitos do plano nutricional sobre as demais medidas morfométricas e suas relações (Tabela 15).

Assim, os peixes do plano nutricional PN1 mostraram-se proporcionalmente mais altos e comprimidos na região da nadadeira anal, o que pode estar relacionado com maior deposição de tecido muscular nesta região e com o maior rendimento de carcaça e filé com pele (Freato, 2005) apresentado por este plano, proporcionado pela maior porcentagem de proteína bruta na ração (32% de PB) fornecida para os peixes a partir de 330g.

Observando-se os gráficos de regressão das medidas morfométricas em função dos dias de cultivo, para cada plano nutricional (Figura 19), pode-se perceber que o plano nutricional PN1 apresentou uma recuperação para todas as medidas ao decorrer do experimento, porém, não superando o plano nutricional PN3, indicando que essas medidas tiveram grande relação com o ganho de peso. Ao contrário, a menor taxa de crescimento para essas medidas ocorreu no plano nutricional PN4, com exceção do comprimento padrão, para o qual os planos nutricionais PN2 e PN4 apresentaram comportamentos bastante semelhantes.

TABELA 15 Valores médios obtidos da análise de variância para comprimento padrão (CP), altura da cabeça (AC), altura do corpo (A1), largura do corpo (L1) e relações entre essas medidas (A1/CP, L1/CP, AC/CP e A1/L1) para as tilápias-do-nilo submetidas aos diferentes planos nutricionais.

Variável	Plano nutricional				Média Geral	CV
	PN1	PN2	PN3	PN4		
PF(g)*	718,62 b	695,03 b	741,33 a	643,75 c	699,68	7,83
CP(cm)**	26,17 a	25,07 c	25,83 b	24,74 d	25,45	2,43
AC(cm)**	8,41 b	8,11 c	8,67 a	7,97 d	8,29	3,03
A1(cm)*	10,34 b	10,47 a	10,69 a	9,98 c	10,37	3,07
A2(cm)**	9,59 a	9,44 a	9,60 a	8,97 b	9,40	3,06
A3(cm)*	3,60 a	3,44 b	3,62 a	3,40 c	3,52	3,35
L1(cm) <sup>ns</sup>	4,34	4,34	4,43	4,22	4,33	3,73
L2(cm)**	3,10 b	3,33 a	3,34 a	3,05 b	3,21	4,29
L3(cm)*	1,23 b	1,24 b	1,26 a	1,19 c	1,23	2,92
P/CP <sup>ns</sup>	27,43	27,70	28,68	26,00	27,45	5,65
AC/CP*	0,321 b	0,323 b	0,336 a	0,322 b	0,326	2,32
A1/CP**	0,395 b	0,418 a	0,414 a	0,404 b	0,408	1,92
A2/CP <sup>ns</sup>	0,367	0,376	0,372	0,362	0,369	2,34
A3/CP <sup>ns</sup>	0,138	0,137	0,140	0,138	0,138	2,47
L1/CP <sup>ns</sup>	0,166	0,173	0,172	0,170	0,170	4,06
L2/CP**	0,119 b	0,133 a	0,129 a	0,123 b	0,126	3,66
L3/CP <sup>ns</sup>	0,047	0,049	0,049	0,048	0,048	3,18
A1/L1 <sup>ns</sup>	2,380	2,417	2,414	2,368	2,395	4,44
A2/L2**	3,093 a	2,835 b	2,878 b	2,940 b	2,937	3,09
A3/L3 <sup>ns</sup>	2,920	2,786	2,871	2,868	2,862	2,94

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si ( $P > 0,05$ ), pelo teste SNK;

<sup>ns</sup> Não significativo, a 0,05 de probabilidade, pelo teste F;

\* Significativo, a 0,05 de probabilidade, pelo teste F;

\*\*Significativo, a 0,01 de probabilidade, pelo teste F.

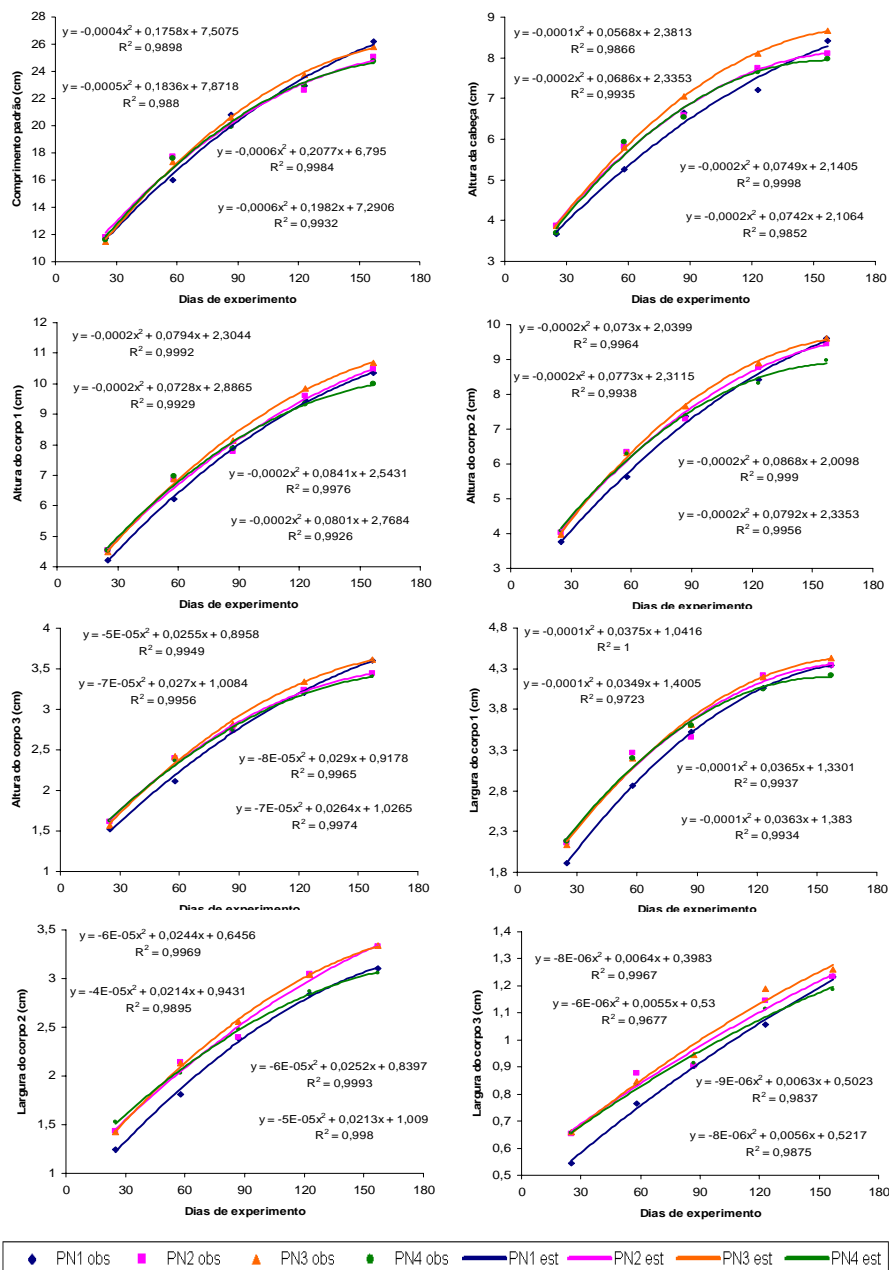


FIGURA 19 Medidas morfométricas do corpo das tilápias, em função dos dias de experimento, para cada plano experimental (PN1, PN2, PN3 e PN4).

#### 4.1.5 Crescimento alométrico

Os coeficientes alométricos (b) das equações que expressam o desenvolvimento das componentes corporais das tilápias-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) em relação ao peso total do corpo, durante o crescimento no cultivo em tanques-rede, são apresentados na Tabela 16.

TABELA 16 Estimativas dos parâmetros b das equações alométricas das variáveis de peso de carcaça (PCAR), vísceras (PVIS), cabeça (PCAB), filé com pele (PFILE) e resíduo da filetagem (PRES), para as linhagens UFLA, comercial 1 (COM1) e comercial 2 (COM2), e para os diferentes planos nutricionais (PN1, PN2, PN3 e PN4).

	Coeficientes alométricos				
	PCAR	PVIS	PCAB	PFILE	PRES
<b>Linhagem</b>					
UFLA	0,999	1,011	0,953	0,998	1,073
COM1	1,002	0,986	0,953	1,012	1,114
COM2	1,000	0,997	0,946	1,014	1,096
<b>Plano nutricional</b>					
PN1	1,004 ab	0,977 bc	0,940	0,984	1,236
PN2	0,995 bc	1,031 ab	0,948	1,023	1,036
PN3	1,008 a	0,951 c	0,958	0,994	1,067
PN4	0,992 c	1,052 a	0,953	1,022	1,033

Estimativas seguidas de letras diferentes na coluna são diferentes, pela sobreposição de intervalo de confiança ( $\alpha = 0,05$ ).

Não houve diferença no desenvolvimento de nenhum dos componentes corporais entre as diferentes linhagens e, portanto, elas podem ser abatidas com mesmo peso corporal. O coeficiente alométrico do filé com pele não foi estatisticamente diferente de 1 ( $b = 1$ ) para nenhuma das linhagens, indicando um desenvolvimento isogônico e, portanto, não pode ser verificada uma influência direta do peso de abate no rendimento de filé desses animais. A cabeça apresentou desenvolvimento heterogônico precoce ( $b < 1$ ) para todas as

linhagens, podendo ser este um indicativo da necessidade de se estabelecer uma maior eficiência de captura do alimento ainda nas fases mais jovens, a partir das quais o desenvolvimento da cabeça tende a ser menor do que do restante do corpo. Já o resíduo da filetagem apresentou desenvolvimento heterogêneo tardio apenas para a linhagem COM1. Os limites inferior e superior dos intervalos de confiança utilizados para as inferências estatísticas podem ser visualizados na Figura 20.

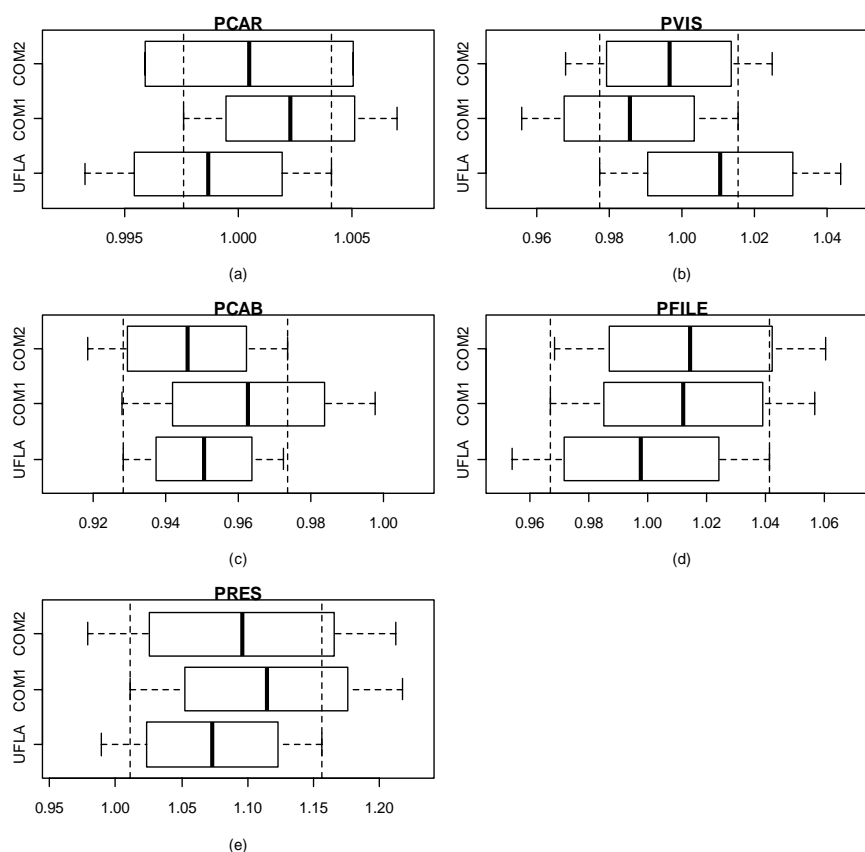


FIGURA 20 Intervalos de confiança ( $\alpha = 0,05$ ) das estimativas do coeficiente alométrico  $b$  das variáveis de peso de carcaça (PCAR), vísceras (PVIS), cabeça (PCAB), filé com pele (PFILE) e resíduo da filetagem (PRES), para as linhagens UFLA, COM1 e COM2.

Houve diferença ( $P < 0,05$ ) no crescimento alométrico de carcaça e vísceras entre os diferentes planos nutricionais, de forma que PN3 apresentou crescimento heterogônico positivo ou tardio ( $b > 1$ ) para peso de carcaça e heterogônico negativo ou precoce ( $b < 1$ ) para vísceras, ao contrário de PN4, que apresentou crescimento heterogônico precoce para carcaça e tardio para vísceras (Figura 21). O plano nutricional 1 apresentou o maior valor de  $b$  para resíduo da filetagem ( $b > 1$ ), podendo influenciar negativamente o desenvolvimento do filé com o avanço do cultivo. Não foi observado efeito significativo dos planos nutricionais no desenvolvimento de filé, que apresentou desenvolvimento isogônico ( $b = 1$ ); portanto, os peixes podem ser abatidos em qualquer peso de abate, sem prejuízo no rendimento de filé com pele, independente do plano nutricional a que foram submetidos.

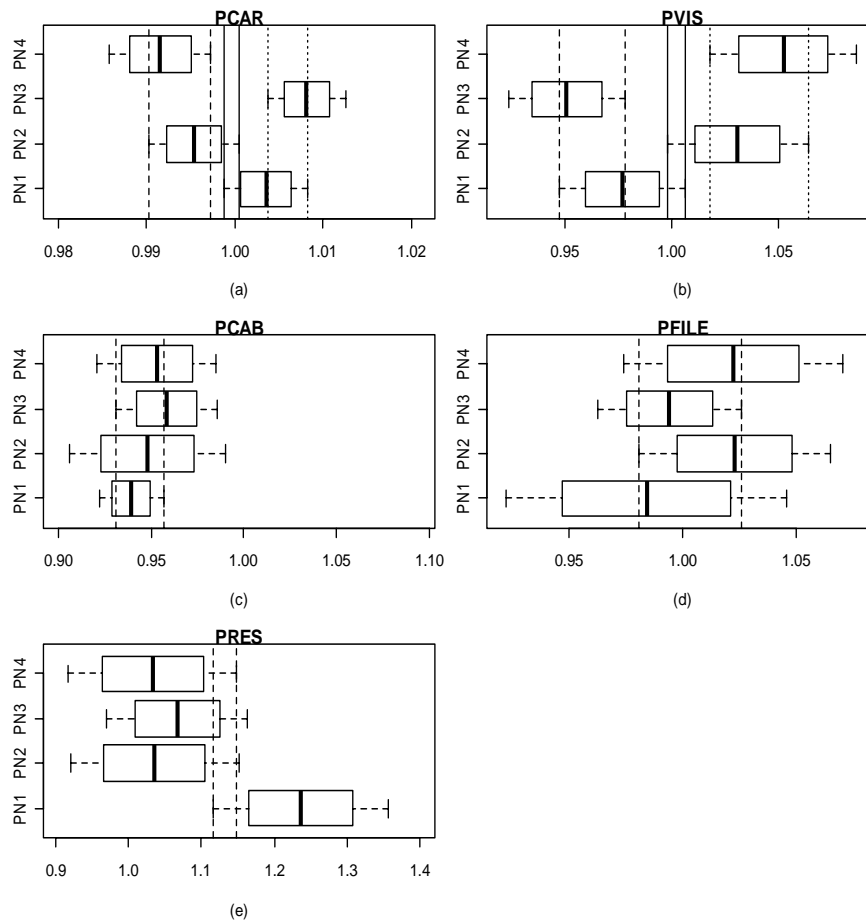


FIGURA 21 Intervalos de confiança ( $\alpha = 0,05$ ) das estimativas do coeficiente alométrico  $b$  das variáveis de peso de carcaça (PCAR), vísceras (PVIS), cabeça (PCAB), filé com pele (PFILE) e resíduo da filetagem (PRES), nos planos nutricionais estudados (PN1, PN2, PN3 e PN4).



#### 4.1.6 Curvas de crescimento

Foram estimadas equações, por meio de funções não lineares, para ajustar a relação entre peso corporal e idade das diferentes linhagens de tilápia-do-nilo submetidas aos diferentes planos nutricionais. Para isso, foram testados os modelos logístico, von Bertalanffy, Brody, Gompertz e Richards e, em todos os casos, os dados apresentaram melhor ajuste ao modelo de Gompertz.

As estimativas dos parâmetros obtidos a partir do modelo de Gompertz e os coeficientes de determinação ajustados são apresentados na Tabela 17.

TABELA 17 Estimativas dos parâmetros da função de Gompertz para a relação entre peso corporal e idade para as linhagens UFLA, comercial 1 (COM1) e comercial 2 (COM2), e para os diferentes planos nutricionais (PN1, PN2, PN3 e PN4).

	Estimativas dos parâmetros			
	a	b	k	R <sup>2</sup> Aj.
<b>Linhagem</b>				
UFLA	1,191	16,258	0,014	0,981
COM1	1,065	15,075	0,013	0,974
COM2	1,044	16,603	0,014	0,979
<b>Plano nutricional</b>				
PN1	1,195	16,734	0,013	0,971
PN2	1,164	13,387	0,013	0,985
PN3	1,087	19,393	0,015	0,987
PN4	0,966	15,561	0,014	0,976

Observa-se que não houve diferença para a estimativa do peso assintótico (parâmetro a) e do índice de maturidade (parâmetro k) entre as linhagens UFLA, COM1 e COM2 e entre os planos nutricionais PN1, PN2, PN3 e PN4, de acordo com a sobreposição dos intervalos de confiança das estimativas dos parâmetros. A estimativa do parâmetro b, apesar de não possuir

interpretação biológica, também não apresentou diferenças entre os diferentes tratamentos.

As diferentes linhagens e planos nutricionais estudados apresentaram valores de  $k$  bastante semelhantes, mostrando tendência de estabilização do crescimento, em igual período, para todos estes tratamentos.

O comportamento do peso corporal em função da idade, de acordo com a função de Gompertz, para as diferentes linhagens e para os diferentes planos nutricionais, pode ser visualizado nas Figuras 22 e 23, respectivamente. O valor assintótico ( $a$ ) não foi atingido para nenhum dos tratamentos, porém, já se observa, por meio da análise da curva que representa a relação entre peso e idade, uma tendência de desaceleração do crescimento com o avanço do cultivo além do determinado neste experimento. Observa-se também maior aceleração no crescimento da linhagem UFLA a partir do 160º dia de idade, que corresponde ao 58º dia de experimento. Em relação aos planos nutricionais, observa-se que, a partir deste mesmo período, os planos PN1 e PN3 apresentaram maior aceleração no crescimento em relação aos planos PN2 e PN4.

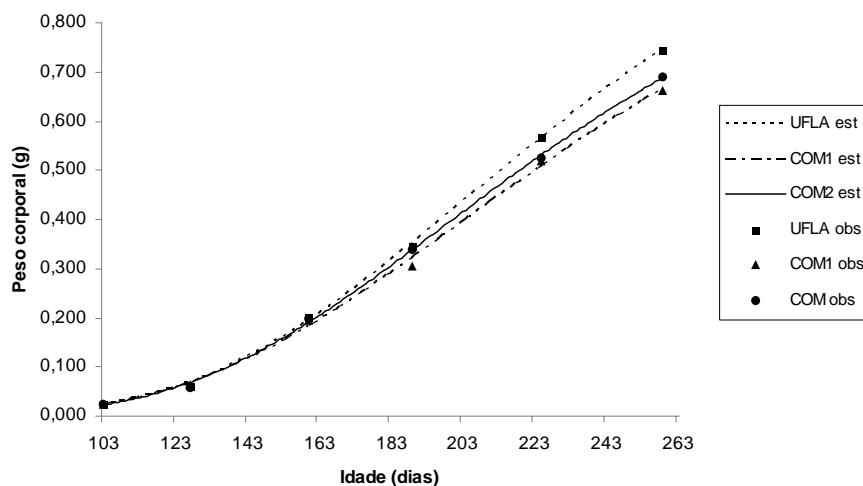


FIGURA 22 Curva de crescimento das linhagens UFLA, comercial 1 (COM1) e comercial 2 (COM2), de acordo com a função de Gompertz.

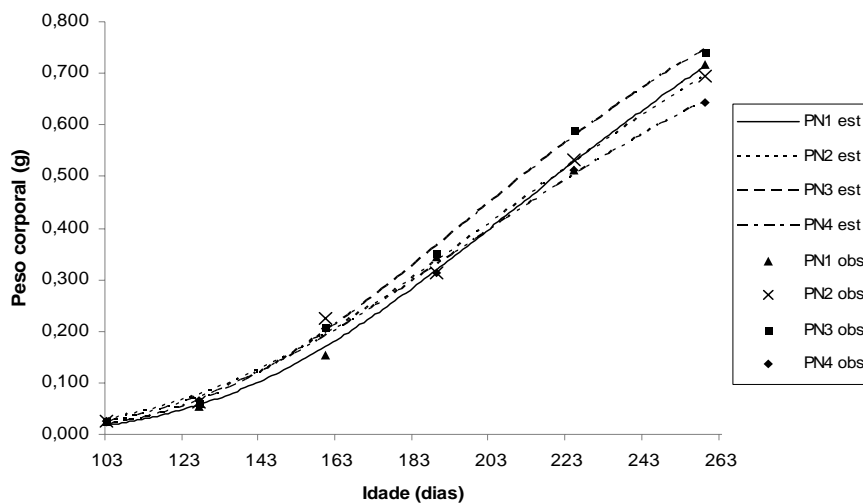


FIGURA 23 Curva de crescimento das tilápias-do-nilo para cada plano nutricional (PN1, PN1, PN3 e PN4), de acordo com a função de Gompertz.

As taxas de crescimento absoluto (TCA) e relativo (TCR), obtidas a partir do modelo de Gompertz, em relação à idade dos peixes, para as diferentes linhagens e planos nutricionais, são apresentadas nas Figuras 24 e 25, respectivamente. Existe um ponto da curva no qual a taxa de crescimento muda de função crescente para decrescente, ocorrendo, nesse ponto, maior taxa de crescimento (Brown et al., 1976) e isso se refere ao ponto de inflexão.

A idade e o peso à inflexão das três linhagens estudadas foram, respectivamente, de 204 dias e 438,1g, para a linhagem UFLA; 203 dias e 391,7g, para a linhagem COM1 e 198 dias e 384,2g, para a linhagem COM2, conferindo taxas de crescimento absoluto máximas de 6,00, 5,24 e 5,46 g/dia, respectivamente.

Apesar de o peso e a idade à inflexão terem sido muito próximas uma da outra, indicando uma estabilização simultânea no crescimento destas linhagens, a taxa de crescimento absoluta máxima observada apresentou variação significativa, mostrando-se 14,5% e 9,9% superior para a linhagem UFLA, em relação às linhagens COM1 e COM2, respectivamente.

Em relação aos planos nutricionais, observa-se que o plano PN3 proporcionou a maior taxa de crescimento absoluto (6,08g/dia) de todos os planos, porém, com idade e peso à inflexão aos 195 dias e 399,8g, mostrando-se mais precoce em relação ao crescimento dos peixes submetidos aos planos PN1 e PN2. Essa redução na taxa de crescimento coincidiu com a diminuição do nível de proteína bruta de 32% para 28% ocorrida neste plano, aos 189 dias de idade. Assim, sua taxa de crescimento reduziu para valores inferiores aos planos PN1 e PN2, que apresentaram idade e peso à inflexão apenas aos 210 dias e 439,5g e 206 dias e 428,0g, referente a uma taxa de crescimento absoluto de 5,91 e 5,38 g/dia, respectivamente.

A manutenção do crescimento por maior período observada para o plano PN1, provavelmente, está relacionada ao fornecimento de uma ração com nível

de proteína bruta de 32% até o final do experimento, enquanto, os planos PN2 e PN3, foi fornecida ração de 28% PB para os peixes, a partir do 153º e do 189º dia de vida, respectivamente. O impacto desta alteração nas fases posteriores de cultivo foi menor para os peixes do PN2, que iniciaram o consumo desta ração (28% PB) mais jovens, porém, não o suficiente para compensar o maior ganho de peso dos peixes do PN3, no período entre o 153 e o 189º dia de idade, com pesos médios entre 170 e 330g, quando estes peixes estavam consumindo ração 32% PB e os do PN2, ração com 28% PB.

O plano PN4 apresentou a menor taxa de crescimento absoluta máxima (5,01 g/dia), observada aos 195 dias e 355,3g de peso corporal, coincidindo com o início da fase em que estes peixes passaram a consumir ração com 22% de proteína bruta, ao 189º dia de idade e 329,7g de peso corporal.

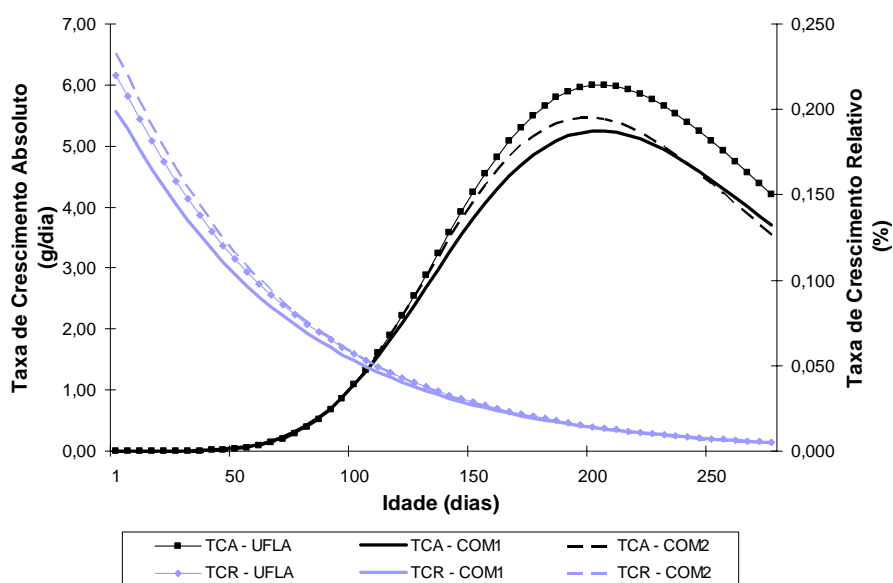


FIGURA 24 Alterações das taxas de crescimento absoluto (TCA) e relativo (TCR), estimadas pelo modelo de Gompertz, para as linhagens UFLA, comercial 1 (COM1) e comercial 2 (COM2).

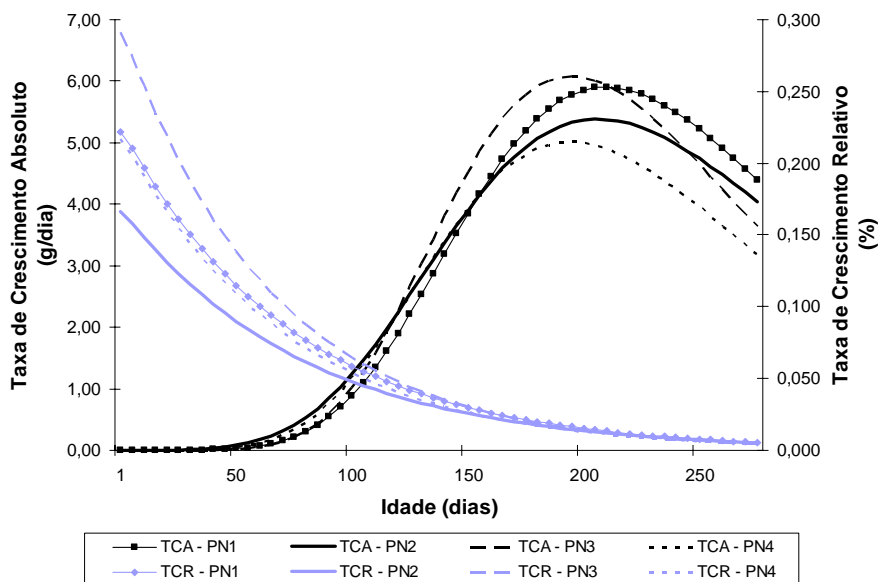


FIGURA 25 Alterações das taxas de crescimento absoluto (TCA) e relativo (TCR), estimadas pelo modelo de Gompertz, para os planos nutricionais PN1, PN2, PN3 e PN4.

## 4.2 Experimento 2

Avaliação de linhagens de tilápia (*Oreochromis niloticus*) cultivadas em hapas e submetidas a diferentes planos nutricionais.

### 4.2.1 Condições experimentais

Durante o período experimental, a temperatura média mensal observada dentro dos viveiros escavados apresentou valor mínimo de 20,53°C (julho de 2008) e valor máximo de 27,68°C (fevereiro de 2008), com média de 24,42±2,61°C (Figura 26). A temperatura mínima observada foi bem próxima do limite mínimo aceitável (20°C) para o cultivo de peixes tropicais, abaixo da qual

ocorre grande redução no consumo de alimento e no crescimento dos peixes. Os níveis de oxigênio dissolvido na água apresentaram valor mínimo de 2,53 mg/l (abril de 2008), máximo de 6,06 mg/l (janeiro de 2008) e média de  $4,21 \pm 1,09$  mg/l, mantendo-se acima do mínimo recomendado (4,0 mg/l) por Sipaúba-Tavares (1995) apenas durante os meses de dezembro de 2007 a fevereiro de 2008. O potencial hidrogeniônico médio variou de 6,19 a 7,15, com média de  $6,63 \pm 0,316$ , mantendo-se próximos dos limites recomendados para o bom desempenho da espécie, de 6,5 a 8,5, segundo Kubitza (2004).

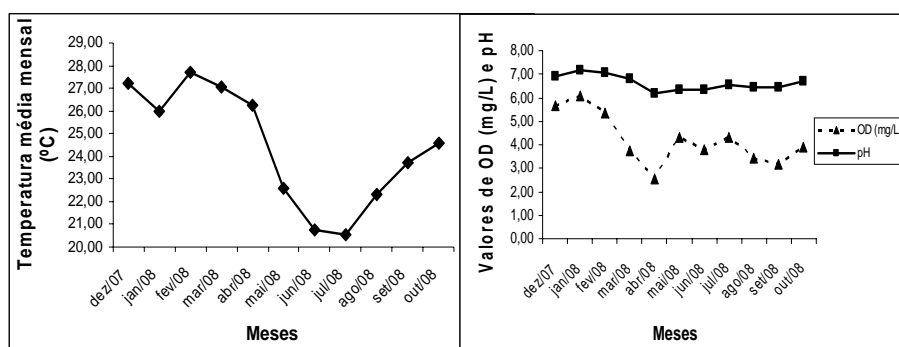


FIGURA 26 Médias mensais de temperatura, oxigênio dissolvido (OD) e potencial hidrogeniônico (pH) observadas na água dos viveiros, durante o período de cultivo das tilápias-do-nylo (*Oreochromis niloticus*).

Os pesos médios, mínimos e máximos dos peixes em cada amostragem, desde o início do experimento, assim como as datas em que estas amostragens foram realizadas, encontram-se na Tabela 18.

TABELA 18 Idade e peso das tilápias-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) em cada uma das amostragens realizadas durante o período experimental.

Data	Idade	Dias de experimento	Peso mínimo	Peso máximo	Peso médio	Desvio padrão
28-jan-08	103	1°	21,22	33,74	25,94	4,15
27-fev-08	133	31°	48,60	74,80	59,71	6,33
02-abr-08	168	66°	130,20	198,40	170,06	15,18
07-mai-08	203	101°	196,10	357,44	263,86	29,66
07-jul-08	264	162°	357,80	503,20	417,04	32,41
22-out-08	371	269°	552,96	933,08	720,56	83,30

#### 4.2.2 Desempenho produtivo

Não houve interação ( $P>0,05$ ) entre linhagem e plano nutricional para nenhuma das características de desempenho produtivo estudadas. As linhagens diferiram ( $P<0,05$ ) em peso corporal final, biomassa final, ganho de peso absoluto, ganho de peso diário, ganho de peso relativo, conversão alimentar aparente, taxa de eficiência proteica, taxa de crescimento específico, fator de condição de fulton, custo com ração por unidade de ganho de peso e custo com ração por quilo de filé com pele produzido e foram semelhantes ( $P>0,05$ ) quanto à uniformidade do lote e à taxa de sobrevivência, independente do plano nutricional a que foram submetidos (Tabela 19). Deve-se notar que o consumo médio de ração e o consumo médio de proteína bruta por indivíduo, assim como o custo total com ração, foi o mesmo para todas as linhagens, considerando que, neste experimento, a quantidade de ração fornecida durante as diferentes fases de cultivo foi calculada a partir da média geral da biomassa de todas as hapas.



TABELA 19 Valores médios obtidos da análise de variância para peso corporal inicial (PI) e final (PF), biomassa final (BIOM), ganho de peso absoluto (GP), ganho de peso diário (GPD), ganho de peso relativo (GPR), sobrevivência (SOBR), uniformidade (UNIF), conversão alimentar aparente (CAA), taxa de eficiência proteica (TEP), taxa de crescimento específico (TCE), fator de condição de Fulton (K), custo total com ração durante o período experimental (CUSTOT), custo com ração por unidade de ganho de peso (CUSTOK), custo com ração por quilo de filé com pele produzido (CUSTOF), e consumos médios de ração (CMR) e de proteína bruta (CPB) por indivíduo, no cultivo das linhagens UFLA, comercial 1 (COM1) e comercial 2 (COM2) em hapas.

Variável	Linhagem			Média Geral	CV
	UFLA	COM1	COM2		
PI(g)**	31,43 a	24,09 b	22,29 c	25,94	3,61
PF(g)*	675,89 b	742,76 a	743,02 a	720,56	9,41
BIOM(kg/m <sup>3</sup> )*	4,39 b	4,83 a	4,83 a	4,68	9,41
GP(g)**	644,46 b	718,67 a	720,73 a	694,62	9,74
GPD(g/dia)**	2,40 b	2,68 a	2,69 a	2,59	9,74
GPR (%)**	2055,63 c	2985,77 b	3232,30 a	2757,90	9,45
SOBR(%) <sup>ns</sup>	99,08	98,33	99,08	98,83	1,78
UNIF(%) <sup>ns</sup>	67,50	69,79	63,13	66,81	20,55
CAA**	2,15 a	1,93 b	1,93 b	2,00	10,16
TEP**	1,60 b	1,79 a	1,79 a	1,73	9,63
TCE (%/dia)**	1,14 c	1,28 b	1,31 a	1,24	2,86
K**	2,18 b	2,28 a	2,30 a	2,25	2,88
CUSTOT (R\$)	1,82	1,82	1,82	1,82	-
CUSTOK (R\$/kg)**	2,85 a	2,55 b	2,56 b	2,65	10,20
CUSTOF (R\$/kg)*	6,20 a	5,51 b	5,51 b	5,74	10,36
CMR (g/peixe)	1370,92	1370,92	1370,92	1370,92	-
CPB (g/peixe)	402,66	402,66	402,66	402,66	-

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si ( $P > 0,05$ ), pelo teste SNK; <sup>ns</sup> não significativo, a 0,05 de probabilidade, pelo teste F; \* significativo, a 0,05 de probabilidade, pelo teste F; \*\* significativo, a 0,01 de probabilidade, pelo teste F; valor do dólar norte-americano cotado em novembro de 2009: US\$ 1,737.

Observa-se que a linhagem UFLA apresentou menores PF, BIOM, GP, GPD, GPR, TEP, TCE e K, e maior CAA em relação às outras duas linhagens

( $P < 0,05$ ), indicando uma superioridade das linhagens comerciais em relação ao seu desempenho produtivo, nas condições em que o experimento foi realizado. Adicionalmente, o estudo das variáveis CUSTOK e CUSTOF demonstrou que essa linhagem (UFLA) também teve um maior custo com ração por quilo de peixe e de filé com pele produzido, em relação às outras linhagens, chegando a um acréscimo de R\$0,30/kg de peixe e de R\$0,69/kg de filé.

Os valores observados para ganho de peso relativo das linhagens UFLA, COM1 e COM2 foram de 2.055,63%, 2.985,77% e 3.232,30%, respectivamente. Proporcionalmente, o ganho de peso relativo da linhagem COM2 foi 57,24% e 8,26% superior aos ganhos de peso observados para as linhagens UFLA e COM1, respectivamente.

Apesar da semelhança entre os pesos finais das duas linhagens comerciais, observa-se que o ganho de peso relativo da linhagem COM2 foi superior ( $P < 0,01$ ) ao da linhagem COM1, pois esta última iniciou o período experimental com peso corporal um pouco superior, apesar de ambas terem a mesma idade, contada a partir da data da desova. Deve-se ressaltar que o ganho de peso relativo associa-se diretamente com a idade e com o peso inicial, de forma que quanto menor for o peso do peixe ao início do cultivo, maior será a velocidade de crescimento em função da proporcionalidade corpórea e do alimento transformado em massa muscular (Carmo et al., 2008).

Carmo et al. (2008), estudando o crescimento de três linhagens de tilápia em viveiros escavados, encontraram valores de ganho de peso relativo de 615,51% para Chitralada, 413,38% para vermelha e 288,35% para tilápia nilótica comum. Esses dados indicam um melhor desempenho da linhagem Chitralada, que cresceu 1,49 e 2,13 vezes mais em relação à nilótica e à vermelha, respectivamente. Porém, deve-se considerar que, no referido trabalho, a faixa de peso estudada foi de 56,7 a 313,0g e, assim, os valores esperados para ganho de peso relativo são menores do que quando se trabalha com uma faixa de

peso mais ampla. Esses mesmos autores encontraram valores médios de taxa de crescimento específico de 2,42%/dia, 2,06%/dia e 1,77 %/dia, para as linhagens Chitralada, Vermelha e Nilótica, mostrando-se superiores à média observada no presente estudo (1,24).

Apesar de todas as linhagens terem recebido a mesma quantidade de ração e consumido a mesma quantidade de proteína bruta durante o período de cultivo, a linhagem UFLA apresentou maior CAA e menor TEP, demonstrando menor eficiência no aproveitamento do alimento por esta linhagem. Porém, verifica-se, no gráfico da Figura 27, que a linhagem UFLA iniciou o período experimental com peso um pouco superior ao das demais linhagens e manteve bom desempenho até ao 162º dia de experimento, a partir do qual teve uma redução no ganho de peso.

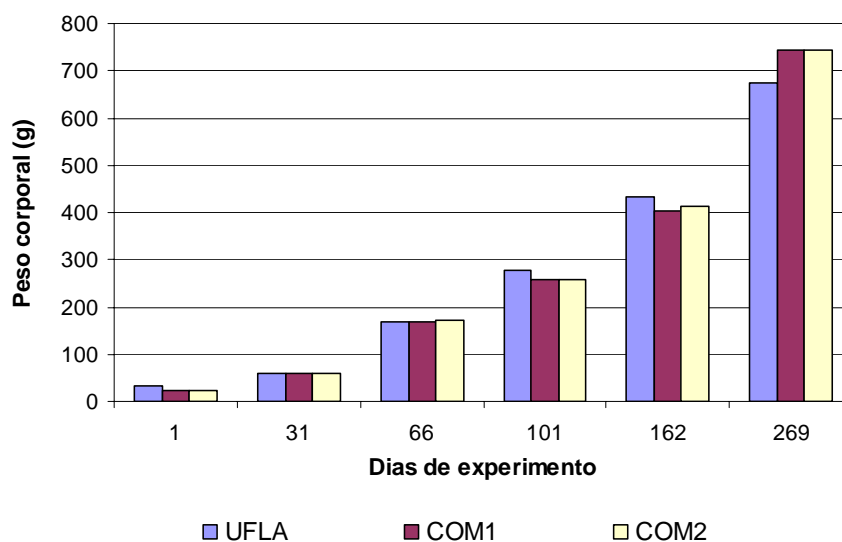


FIGURA 27 Pesos corporais das linhagens de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*), UFLA, comercial 1 (COM1) e comercial 2 (COM2), nas consecutivas amostragens realizadas durante o período experimental.

Por meio da análise de variância, pode-se comprovar que houve interação significativa entre linhagem e idade de cultivo no peso corporal dos peixes e que as linhagens COM1 e COM2 superaram significativamente ( $P < 0,01$ ) a linhagem UFLA apenas na última amostragem, ou seja, a partir do 162º dia de experimento. Esse comportamento pode ter sido influenciado por algum fator ambiental, como a temperatura, considerando que os peixes, nesta ocasião, estavam passando por um período de queda na temperatura da água dos viveiros experimentais e que as linhagens COM1 e COM2 foram adquiridas da região sul do Brasil, onde as temperaturas, nesta época do ano, são normalmente mais baixas.

A análise de regressão para a variável de peso corporal em função dos dias de cultivo, para cada linhagem, é apresentada no gráfico da Figura 28. Pode-se verificar um alto coeficiente de determinação, indicando alto grau de ajuste da equação. O gráfico mostra que houve efeito quadrático dos dias de experimento sobre o peso corporal de todas as linhagens e evidencia o maior crescimento apresentado pela linhagem UFLA até o 162º dia de cultivo, quando se percebeu uma redução bastante acentuada. As duas linhagens comerciais (COM1 e COM 2) mantiveram o mesmo padrão de crescimento e, ao final do período experimental, ainda apresentavam tendência de aceleração na sua taxa de crescimento.

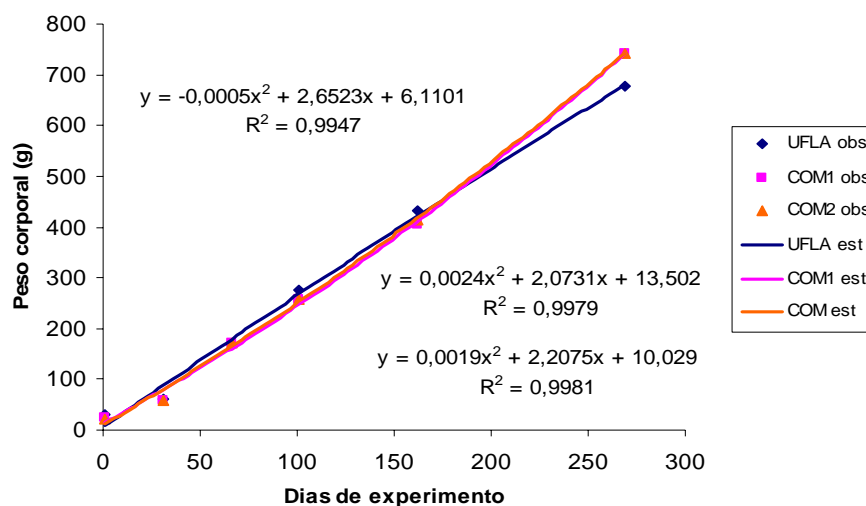


FIGURA 28 Peso corporal das linhagens de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*), UFLA, comercial 1 (COM1) e comercial 2 (COM2), em função dos dias de experimento.

As médias das variáveis de desempenho das tilápias-do-nilo nos diferentes planos nutricionais durante o cultivo em hapas são apresentadas na Tabela 20. Pode-se observar que o plano nutricional PN1 apresentou os melhores resultados para PF, BIOM, GP, GPD, GPR, TCE e CCA, indicando que esse plano permitiu o melhor desempenho das tilápias nas condições em que foram cultivadas, independente da linhagem. Este resultado, provavelmente, está relacionado com o maior consumo médio de proteína bruta (CPB) do peixes submetidos a este plano nutricional (PN1), embora o consumo médio de ração aparente (CMR) tenha sido o mesmo para todos os planos.

TABELA 20 Valores médios obtidos da análise de variância para peso corporal inicial (PI) e final (PF), biomassa final (BIOM), ganho de peso absoluto (GP), ganho de peso diário (GPD), ganho de peso relativo (GPR), sobrevivência (SOBR), uniformidade (UNIF), conversão alimentar aparente (CAA), taxa de eficiência proteica (TEP), taxa de crescimento específico (TCE), fator de condição de Fulton (K), custo total com ração durante o experimento (CUSTOT), custo com ração por unidade de ganho de peso (CUSTOK), custo com ração por quilo de filé com pele produzido (CUSTOF), consumo médio de ração por indivíduo (CMR) e consumo médio de proteína bruta por indivíduo (CPB) das tilápias-do-nilo submetidas aos diferentes planos nutricionais (PN1, PN2, PN3 e PN4).

Variável	Plano nutricional				Média geral	CV
	PN1	PN2	PN3	PN4		
PI(g) <sup>ns</sup>	25,82	26,26	25,80	25,87	25,94	3,61
PF(g)**	791,04 a	712,49 b	711,74 b	666,96 b	720,56	9,41
BIOM(kg/m <sup>3</sup> )**	5,14 a	4,63 b	4,63 b	4,33 b	4,68	9,41
GP(g)**	765,22 a	686,23 b	685,93 b	641,09 b	694,62	9,74
GPD(g/dia)**	2,86 a	2,56 b	2,56 b	2,39 b	2,59	9,74
GPR (%)**	3050,80 a	2699,11 b	2734,98 b	2546,69 b	2757,90	9,45
SOBR(%) <sup>ns</sup>	98,26	99,41	99,17	98,48	98,83	1,78
UNIF(%) <sup>ns</sup>	75,83	65,56	65,00	60,83	66,81	20,55
CAA**	1,81 b	2,03 ab	2,02 ab	2,16 a	2,00	10,16
TEP <sup>ns</sup>	1,74	1,69	1,68	1,80	1,73	9,63
TCE (%/dia)**	1,28 a	1,23 b	1,24 b	1,22 b	1,24	2,86
K**	2,22 b	2,32 a	2,28 ab	2,19 b	2,25	2,88
CUSTOT (R\$)	1,91	1,84	1,82	1,72	1,82	-
CUSTOK (R\$/kg) <sup>ns</sup>	2,51	2,72	2,67	2,71	2,65	10,20
CUSTOF (R\$/kg) <sup>ns</sup>	5,47	5,87	5,73	5,89	5,74	10,36
CMR (g/peixe)	1370,92	1370,92	1370,92	1370,92	1370,92	-
CPB (g/peixe)	438,69	406,82	408,51	356,61	402,66	-

Médias seguidas da mesma letra na linha, não diferem entre si (P>0,05), pelo teste SNK; <sup>ns</sup> não significativo, a 0,05 de probabilidade, pelo teste F; \* significativo, a 0,05 de probabilidade, pelo teste F; \*\* significativo, a 0,01 de probabilidade, pelo teste F; valor do dólar norte-americano cotado em novembro de 2009: US\$ 1,737.

Os planos nutricionais não apresentaram diferença quanto à taxa de eficiência proteica, indicando uma relação positiva entre o consumo de proteína (CBP) e o ganho de peso (GDP). Não foi possível realizar a análise estatística da variável CPB e CUSTOT, já que todas as hapas receberam a mesma quantidade de ração. Porém, percebe-se que o plano nutricional PN1 apresentou um maior consumo de proteína bruta do que os outros planos e, conseqüentemente, foi o que acarretou em maiores gastos com ração durante o período de cultivo. Apesar disso, foi o plano que apresentou menores valores para CUSTOK e CUSTOF. Embora não tenha sido observada diferença significativa para estas variáveis, verifica-se que, neste plano nutricional, houve redução de R\$0,16 a R\$0,21 por quilo de peixe produzido e de R\$0,26 a R\$0,42 por quilo de filé produzido, o que, em grande escala de produção, pode representar considerável redução no gasto de uma empresa.

O maior valor de K foi observado para os peixes do plano nutricional PN2, principalmente em relação aos planos PN1 e PN4. Deve-se ressaltar que o fator de condição de Fulton expressa a relação entre o peso do peixe e seu comprimento total, de forma que é influenciada pelo tamanho do peixe e não somente pelo seu peso. Assim, peixes mais robustos, ou seja, menores e mais pesados, apresentam maiores valores para esta variável, o que pode estar positivamente relacionado com a porcentagem do filé do animal.

Houve interação significativa entre idade de cultivo e plano nutricional para peso corporal, mostrando que, em cada fase do experimento, os peixes apresentaram respostas diferentes aos planos nutricionais (Figura 29). Apesar disso, apenas na última amostragem, aos 269 dias de cultivo, houve diferença significativa para os pesos corporais dos peixes dos diferentes planos nutricionais, mostrando superioridade ( $P < 0,01$ ) para o plano PN1. O maior incremento em peso observado para o plano PN2 no período entre o 66º e o 101º dia de cultivo, provavelmente, está relacionado ao período entre o 61º e o 80º

dia, com peixes pesando, em média, 145 a 200g, quando este plano recebeu ração com 36% de proteína, enquanto os planos PN1 e PN3 receberam ração com 32% e o plano PN4, ração com 28% de PB. Esse resultado indica que níveis abaixo de 36% de PB não atendem às exigências desta espécie, para esta faixa de peso, até 200g, em média.

O peso corporal apresentou comportamento quadrático para todos os planos nutricionais (Figura 30). Percebe-se que, no plano nutricional PN1, houve menor taxa de crescimento ao início do experimento, até aproximadamente o 101º dia de cultivo, com peixes pesando, em média, 263,86g, sugerindo que o nível de 32% de proteína bruta na dieta ficou abaixo da exigência nutricional para as fases iniciais de cultivo. Porém, com o avanço do cultivo, a partir do 101º dia, observou-se uma recuperação no peso corporal dos peixes deste plano nutricional (PN1), uma vez que o nível de proteína bruta na ração (32%) foi mantido constante, enquanto, nos outros planos, esse nível foi reduzido, em diferentes períodos, até os níveis de 28% (PN2 e PN3) e 22% (PN4).

Esse resultado indica que os níveis abaixo de 32% de proteína bruta fornecidos pelos planos nutricionais PN2, PN3 e PN4 estiveram abaixo do exigido pela espécie nas fases finais de cultivo, prejudicando seu desempenho. Assim, devido a essa recuperação na taxa de crescimento ao final do cultivo, o plano PN1 pôde compensar o baixo desempenho nas fases iniciais do experimento e apresentar o maior ganho de peso ao final do cultivo.

Os planos nutricionais PN2 e PN3 apresentaram resultados semelhantes em relação ao ganho de peso ao decorrer do experimento. Ao contrário, o plano nutricional PN4 foi o que apresentou os piores resultados, pois, apesar de ter começado com alto nível de proteína, seu crescimento inicial não foi suficientemente diferenciado, a ponto de compensar a menor taxa de crescimento apresentado nas posteriores fases de cultivo.



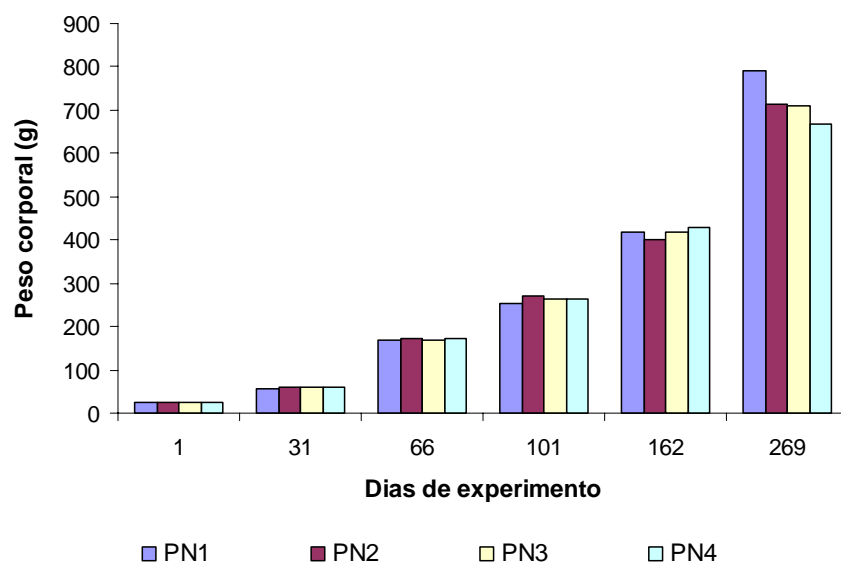


FIGURA 29 Peso corporal das tilápias-do-nylo (*Oreochromis niloticus*) submetidas aos diferentes planos nutricionais nas consecutivas amostragens realizadas durante o período experimental.

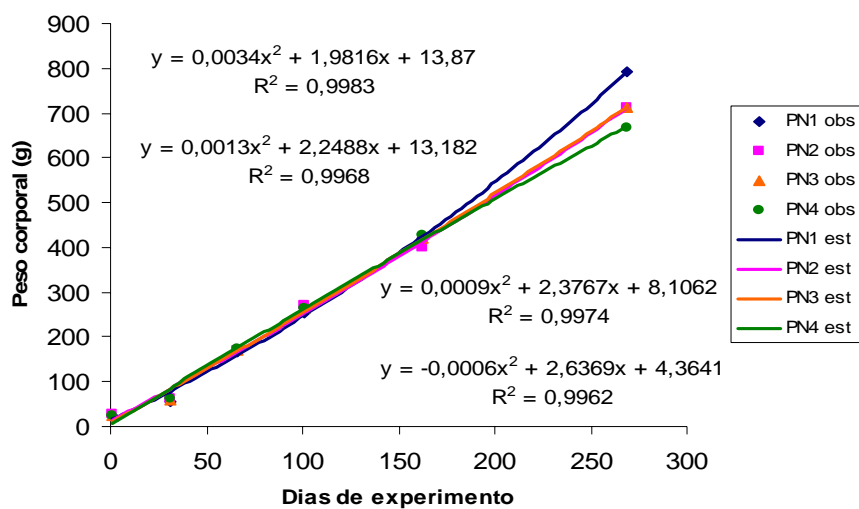


FIGURA 30 Peso corporal da tilápiado-nylo (*Oreochromis niloticus*), em função dos dias de experimento, para cada plano nutricional.

#### 4.2.3 Rendimentos dos componentes corporais

Não houve efeito ( $P>0,05$ ) da interação entre linhagem e plano nutricional sobre nenhuma das porcentagens dos componentes corporais das tilápias-do-nilo ao final do período experimental. Houve efeito significativo ( $P<0,05$ ) de linhagem apenas sobre porcentagem de cabeça (%CAB), porcentagem de filé com pele (%FILE) e porcentagem de resíduo da filetagem (%RES), conforme apresentado na Tabela 21.

TABELA 21 Valores médios obtidos da análise de variância para as porcentagens de carcaça (%CAR), vísceras (%RES), cabeça (%CAB) filé com pele (%FILE) e resíduo da filetagem (%RES) das linhagens UFLA, comercial 1 (COM1) e comercial 2 (COM2).

Variável	Linhagem			Média geral	CV
	UFLA	COM1	COM2		
PF(g)*	675,89 b	742,76 a	743,02 a	720,56	9,41
%CAR <sup>ns</sup>	87,27	87,04	87,09	87,14	1,05
%VIS <sup>ns</sup>	12,73	12,96	12,91	12,86	7,09
%CAB**	25,74 a	24,82 b	24,62 b	25,06	2,65
%FILE**	43,81 b	44,83 a	44,97 a	44,54	1,32
%RES*	17,72 a	17,39 b	17,50 ab	17,54	2,02

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si ( $P>0,05$ ), pelo teste SNK;

<sup>ns</sup> Não significativo, a 0,05 de probabilidade, pelo teste F;

\* Significativo, a 0,05 de probabilidade, pelo teste F;

\*\* Significativo, a 0,01 de probabilidade, pelo teste F.

Observa-se que a linhagem UFLA apresentou maiores %CAB e %RES e menor %FILE, indicando piores características de carcaça para esta linhagem em relação às linhagens comercial 1 (COM1) e comercial 2 (COM2). O rendimento de filé com pele da linhagem UFLA mostrou-se 1,02% e 1,16% inferior em relação às linhagens COM1 e COM2, respectivamente, o que pode

representar uma diferença significativa para a indústria de processamento de pescados.

Santos et al. (2007a), estudando duas linhagens de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) em viveiros escavados, também observaram diferenças para os rendimentos de filé sem pele e de carcaça, com maiores valores para a linhagem Supreme, em relação à linhagem Chitralada (Tailandesa). Leonhardt et al. (2006), estudando três linhagens de tilápia, observaram maior rendimento de filé sem pele para o híbrido proveniente do cruzamento entre a linhagem Tailandesa e uma linhagem local, e menor rendimento para a linhagem Tailandesa, relacionando esse resultado com o maior tamanho de cabeça apresentado pela linhagem Tailandesa. Outros trabalhos (Rutten et al., 2004; Santos et al., 2007a) também têm evidenciado diferenças significativas entre diferentes linhagens de tilápia-do-nilo. A influência do genótipo sobre essas características tem sido geralmente relacionada ao formato do corpo, que é um importante fator na determinação desses rendimentos (Contrera-Guzmán, 1994; Boscolo et al., 2001; Santos, 2004; Freato, 2005).

Os resultados mostraram uma relação inversa bastante clara entre rendimento de filé com pele e rendimento de cabeça, concordando com Contrera-Guzmán (1994); Eyo (1993); Faria et al. (2003) e Freato (2005) que, estudando diferentes espécies de peixes, como o pacu (*Piaractus mesopotamicus*), a piracanjuba (*Brycon orbignyanus*) e a tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*), também evidenciaram uma relação inversa entre tamanho da cabeça e rendimento de filé.

Apesar das diferenças existentes entre as linhagens, todos os resultados de rendimentos de carcaça e filé com pele mostraram-se satisfatórios, quando comparados com outros resultados observados na literatura. Faria et al. (2003), estudando a tilápia-do-nilo, encontraram valores médios de rendimento de filé com e sem pele de 39,21% e 36,44%, respectivamente. Souza et al. (2005)

observaram valores de rendimentos de filé com pele e sem pele de 41,98% e 37,28%, respectivamente e Pinheiro et al. (2006), avaliando o rendimento industrial da filetagem de tilápia Tailandesa em Minas Gerais, encontraram rendimentos de 31% de filé sem pele, 8% de pele, 36% de cabeça e vísceras e o restante de resíduo da filetagem e toilet.

As análises de regressão para os pesos dos componentes corporais em função dos dias de experimento, para cada linhagem, são apresentadas nas Figuras 31 a 35. Podem-se verificar altos coeficientes de determinação, indicando alto grau de ajuste das equações.

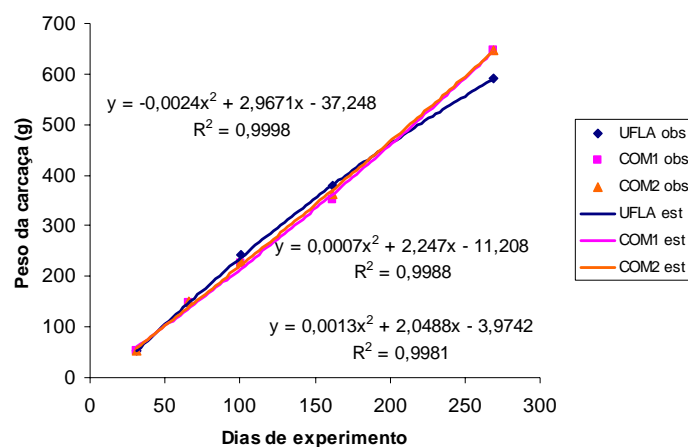


FIGURA 31 Peso da carcaça das linhagens de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*), UFLA, comercial 1 (COM1) e comercial 2 (COM2), em função dos dias de experimento.

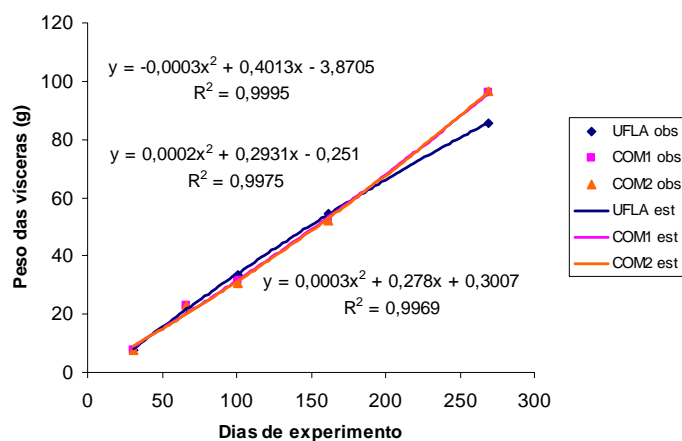


FIGURA 32 Peso das vísceras das linhagens de tilápia-do-nylo (*Oreochromis niloticus*), UFLA, comercial 1 (COM1) e comercial 2 (COM2), em função dos dias de experimento.

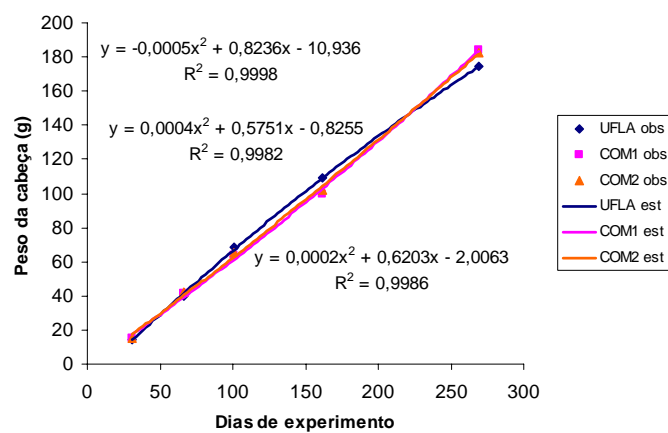


FIGURA 33 Peso da cabeça das linhagens de tilápia-do-nylo (*Oreochromis niloticus*), UFLA, comercial 1 (COM1) e comercial 2 (COM2), em função dos dias de experimento.

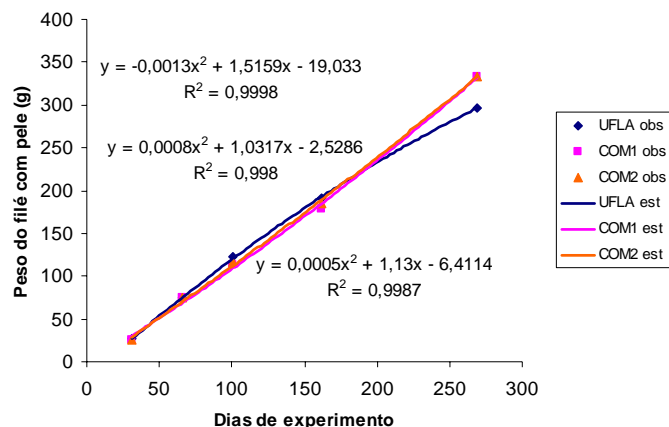


FIGURA 34 Peso do filé com pele das linhagens de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*), UFLA, comercial 1 (COM1) e comercial 2 (COM2), em função dos dias de experimento.

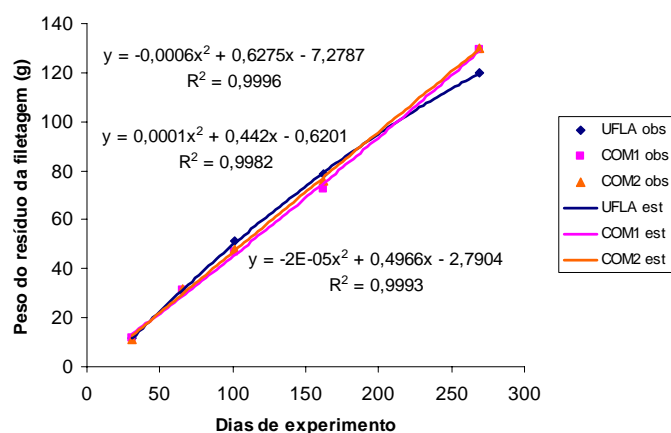


FIGURA 35 Peso do resíduo da filetagem das linhagens de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*), UFLA, comercial 1 (COM1) e comercial 2 (COM2), em função dos dias de experimento.

Os pesos dos componentes corporais apresentaram comportamento quadrático na diferentes linhagens estudadas, mostrando comportamento semelhante ao do seu peso corporal, sugerindo uma relação linear entre essas variáveis, com crescimento mais acelerado para a linhagem UFLA, do início do cultivo até a quinta amostragem e mais acelerado para as linhagens comercial 1 (COM1) e comercial 2 (COM2), nas fases finais do cultivo, evidenciado a partir do 162º dia de experimento, com peixes a partir de 417,04g.

Os gráficos mostram também uma tendência de aceleração na taxa de crescimento do filé e da carcaça das linhagens COM1 e COM2 e uma desaceleração das taxas de crescimento destes pesos para a linhagem UFLA, com o avanço do cultivo por maior período.

As médias das porcentagens dos componentes corporais das tilápias-donilo das diferentes linhagens são apresentadas na Tabela 22. Houve efeito significativo ( $P < 0,01$ ) de plano nutricional na porcentagem de cabeça (%CAB). Embora o consumo de proteína bruta (g), durante o período de cultivo, tenha sido diferente para cada plano nutricional, não foi observado efeito significativo desses planos sobre nenhuma outra variável de rendimento, indicando influência não significativa do consumo de proteína bruta sobre o rendimento de filé com pele, ao contrário do observado no experimento 1.

TABELA 22 Valores médios obtidos da análise de variância para porcentagens de carcaça (%CAR), vísceras (%RES), cabeça (%CAB), filé com pele (%FILE) e resíduo da filetagem (%RES) de tilápias-do-nylo submetidas a diferentes planos nutricionais (PN1, PN2, PN3 e PN4).

Variável	Plano nutricional				Média Geral	CV
	PN1	PN2	PN3	PN4		
PF(g)**	791,04 a	712,49 b	711,74 b	666,96 b	720,56	9,41
%CAR <sup>ns</sup>	87,10	86,40	87,25	87,80	87,14	1,05
%VIS <sup>ns</sup>	12,90	13,60	12,75	12,20	12,86	7,09
%CAB**	25,18 ab	24,43 b	24,79 ab	25,85 a	25,06	2,65
%FILE <sup>ns</sup>	44,38	44,67	44,93	44,16	44,54	1,32
%RES <sup>ns</sup>	17,53	17,30	17,53	17,79	17,54	2,02

<sup>ns</sup> Não significativo, a 0,05 de probabilidade, pelo teste F.

As análises de regressão para os pesos dos componentes corporais em função dos dias de experimento, para cada plano nutricional, são apresentadas nas Figuras 36 a 40. Os pesos dos componentes corporais apresentaram comportamento quadrático para todos os planos nutricionais.



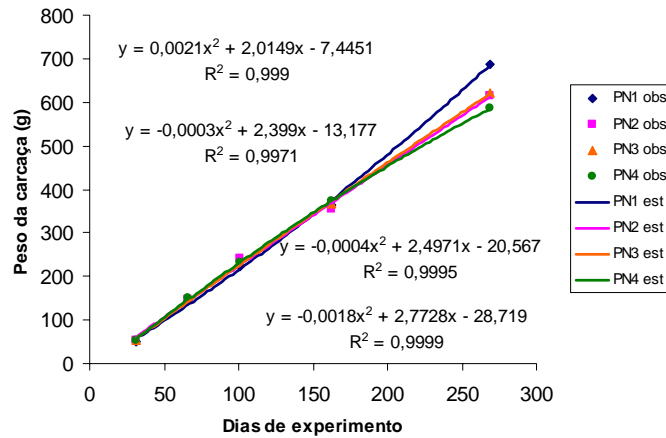


FIGURA 36 Peso da carcaça das tilápias-do-nilo (*Oreochromis niloticus*), em função dos dias de experimento, para cada plano nutricional.

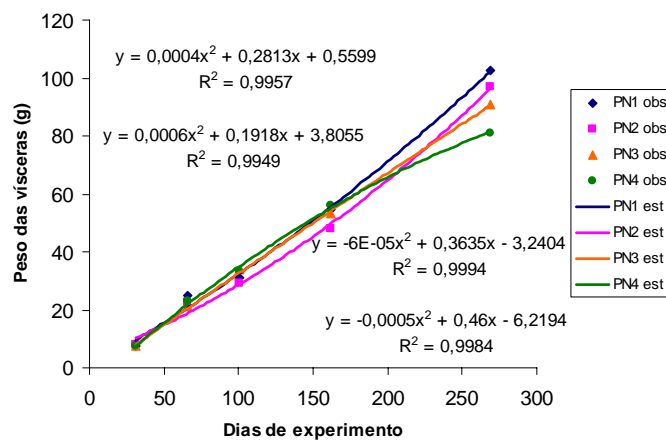


FIGURA 37 Peso das vísceras das tilápias-do-nilo (*Oreochromis niloticus*), em função dos dias de experimento, para cada plano nutricional.

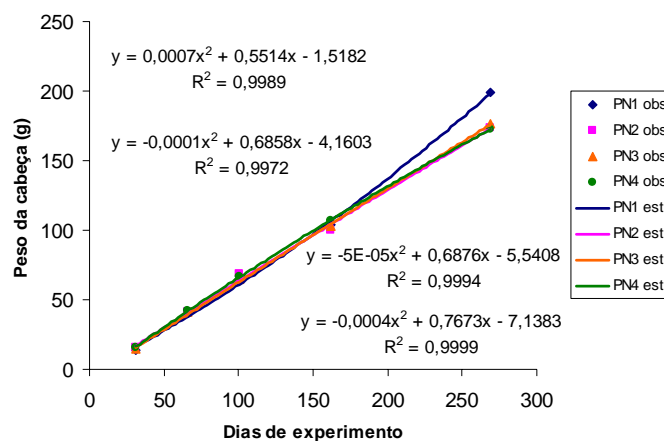


FIGURA 38 Peso da cabeça das tilápias-do-nilo (*Oreochromis niloticus*), em função dos dias de experimento, para cada plano nutricional.

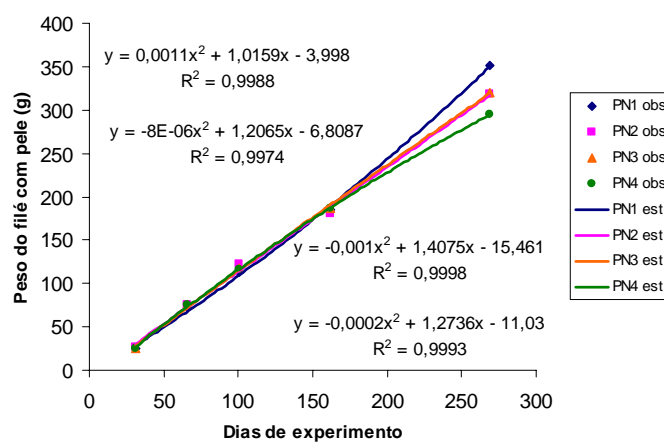


FIGURA 39 Peso do filé com pele das tilápias-do-nilo (*Oreochromis niloticus*), em função dos dias de experimento, para cada plano nutricional.

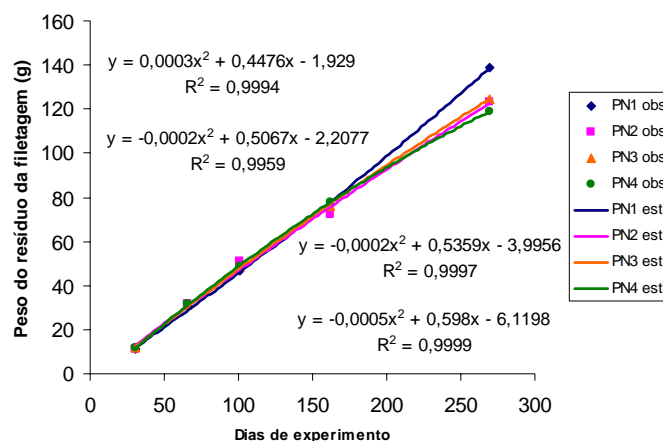


FIGURA 40 Peso do resíduo da filetagem das tilápias-do-nilo (*Oreochromis niloticus*), em função dos dias de experimento, para cada plano nutricional.

Os pesos da carcaça e do filé com pele apresentaram comportamento bastante semelhante ao do peso corporal, para todos os planos nutricionais, indicando relação linear entre estas variáveis. Apesar de os pesos de carcaça e de filé com pele terem sido semelhantes para todos os planos nutricionais ao início do experimento, houve uma diferenciação na taxa de crescimento a partir do 161º dia, a partir do qual o plano nutricional PN1 apresentou a maior taxa de crescimento e o plano nutricional PN4, a menor taxa de crescimento, para ambos os componentes corporais, sem, contudo, influenciar significativamente os seus rendimentos, avaliados ao final do cultivo.

Na Figura 37, nota-se que o peso de vísceras mostrou comportamento semelhante entre os planos ao início do cultivo, porém, com maior aceleração no crescimento para os planos PN1 e PN2, na fase final do cultivo. Nas Figuras 38 e 40 nota-se que a cabeça e o resíduo da filetagem apresentaram taxas de crescimento mais elevadas no plano nutricional PN1, e taxas de crescimento

semelhantes para os outros planos nutricionais, porém, sem alteração no rendimento dessas partes durante o processamento.

#### **4.2.4 Características morfométricas**

Não houve efeito da interação entre linhagem e plano nutricional para nenhuma das medidas e relações morfométricas estudadas para as tilápias-do-nylo, ao final do experimento. As médias dessas características morfométricas para as diferentes linhagens de tilápia-do-nylo são apresentada na Tabela 23.

Observa-se que a linhagem UFLA apresentou ( $P < 0,01$ ) menor L1 e, conseqüentemente, menor valor para a relação L1/CP e maior valor para a relação A1/L1, indicando que esta linhagem mostrou-se proporcionalmente mais alta e comprimida lateralmente nesta região quando comparada com as linhagens COM1 e COM2. Esse resultado pode estar relacionado ao menor peso corporal final e ao menor rendimento de filé apresentado por esta linhagem, indicando uma relação entre a largura medida na região abaixo da inserção do primeiro raio da nadadeira dorsal e a deposição de músculo no corpo do animal.

Estes resultados estão de acordo com Santos (2004), que observou que o rendimento das partes comestíveis está mais correlacionado com a largura dos peixes do que com sua altura, de forma que tilápias com menores relações altura/largura, perímetro/largura e com maiores largura/comprimento e perímetro/largura são mais indicadas para a comercialização.

Freato (2005), estudando a relação entre a morfometria e os rendimentos no processamento da piracanjuba (*Brycon orbignyanus*), também observou que peixes proporcionalmente mais largos e baixos na região próxima à cabeça e mais altos e achatados nas regiões posteriores, mais próximas à cauda, apresentam maiores rendimentos de filé e carcaça.

TABELA 23 Valores médios obtidos da análise de variância para comprimento padrão (CP), comprimento da cabeça (CC), alturas do corpo nas regiões 1, 2 e 3 (A1, A2 e A3, respectivamente), larguras do corpo nas regiões 1, 2 e 3 (L1, L2 e L3, respectivamente) e relações entre essas medidas para as linhagens UFLA, comercial 1 (COM1) e comercial 2 (COM2).

Variável	Linhagem			Média	CV
	UFLA	COM1	COM2	Geral	
PF(g)*	675,89 b	742,76 a	743,02 a	720,56	9,41
CP <sup>ns</sup>	25,30	25,89	25,81	25,67	3,03
CC <sup>ns</sup>	8,01	8,11	8,09	8,07	3,07
A1 <sup>ns</sup>	9,99	10,13	10,10	10,07	3,46
A2 <sup>ns</sup>	10,03	10,25	10,29	10,19	3,81
A3 <sup>ns</sup>	3,51	3,56	3,59	3,55	3,73
L1**	4,04 b	4,33 a	4,32 a	4,23	3,93
L2 <sup>ns</sup>	2,80	2,86	2,89	2,85	3,43
L3 <sup>ns</sup>	1,30	1,34	1,35	1,33	4,94
P/CP**	26,663 b	28,641 a	28,695 a	28,000	6,540
CC/CP <sup>ns</sup>	0,317	0,313	0,313	0,314	1,460
A1/CP <sup>ns</sup>	0,395	0,392	0,391	0,393	1,280
A2/CP <sup>ns</sup>	0,396	0,396	0,398	0,397	1,590
A3/CP <sup>ns</sup>	0,139	0,138	0,139	0,138	1,530
L1/CP**	0,160 b	0,167 a	0,167 a	0,165	2,770
L2/CP <sup>ns</sup>	0,111	0,111	0,112	0,111	2,790
L3/CP <sup>ns</sup>	0,052	0,052	0,052	0,052	3,040
A1/L1**	2,475 a	2,344 b	2,341 b	2,386	3,040
A2/L2 <sup>ns</sup>	3,582	3,584	3,565	3,577	3,200
A3/L3 <sup>ns</sup>	2,697	2,654	2,666	2,672	3,290

Médias seguidas da mesma letra na linha, não diferem entre si ( $P > 0,05$ ), pelo teste SNK;

<sup>ns</sup> Não significativo, a 0,05 de probabilidade, pelo teste F;

\* Significativo, a 0,05 de probabilidade, pelo teste F;

\*\*Significativo, a 0,01 de probabilidade, pelo teste F.

Boscolo et al. (2001), comparando tilápias das linhagens comum e Tailandesa, também observaram diferenças entre as relações largura do corpo/altura do corpo e largura do corpo/comprimento do tronco, com valores superiores para a linhagem comum, que se apresentou mais robusta. Além disso, os autores observaram que essa linhagem apresentou maiores valores para fator de condição e rendimento de carcaça em relação à linhagem Tailandesa, inferindo que as relações altura/comprimento, largura/altura e largura/comprimento representam a conformação do filé.

Apesar do menor peso corporal apresentado pela linhagem UFLA ao final do experimento, não houve diferença para nenhuma outra medida morfométrica, indicando certa semelhança no tamanho do corpo em relação às demais linhagens e sugerindo que esta linhagem mostrou-se menos robusta, podendo este resultado estar relacionado com um menor aproveitamento do alimento fornecido, conforme discutido no tópico de desempenho produtivo.

As análises de regressão das medidas morfométricas em função dos dias de experimento, para as diferentes linhagens de tilápia-do-nilo, são apresentadas na Figura 41. Observa-se que os pesos dos componentes corporais apresentaram comportamento quadrático para todas as linhagens.

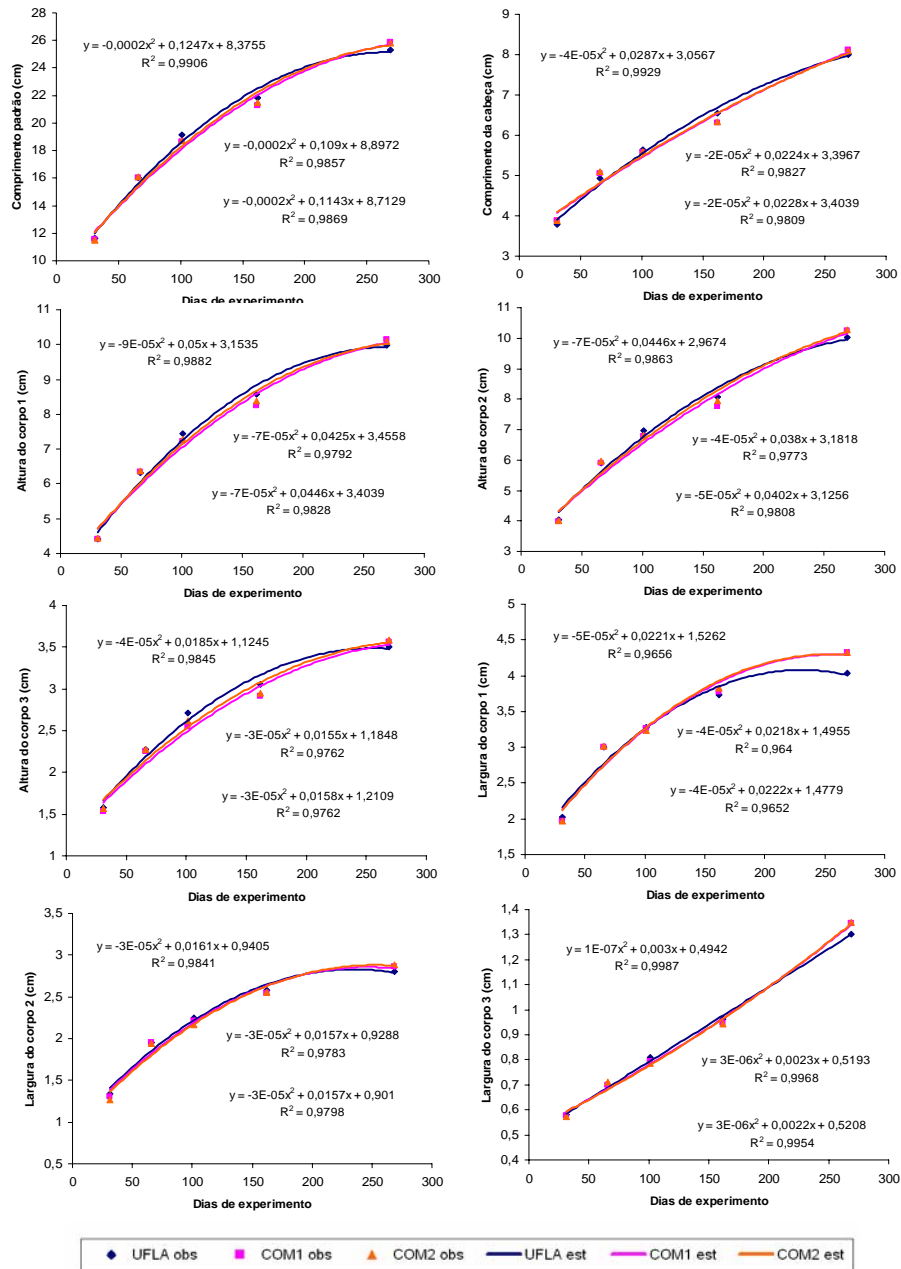


FIGURA 41 Medidas morfométricas do corpo das linhagens UFLA, COM1 e COM2, em função dos dias de experimento.

Não houve diferença no comportamento do comprimento padrão das diferentes linhagens durante o seu crescimento. Comparando o gráfico do comprimento padrão com o gráfico do peso corporal, podemos verificar o aumento da relação entre peso e comprimento padrão com o avanço da idade, mostrando a tendência de os peixes de se tornarem mais compactos, principalmente nas linhagens comerciais, que também apresentaram maior rendimento de filé com pele ao final do cultivo.

De maneira geral, todas as medidas apresentaram comportamento semelhante entre si, com exceção da largura tomada na região 1, para a qual a linhagem UFLA apresentou uma queda mais brusca no final do cultivo, e da largura tomada na região 3 que, ao final do período experimental, ainda apresentava tendência de aceleração no seu crescimento.

Pelos dados da Tabela 24 observa-se que os peixes submetidos ao plano nutricional PN1 apresentaram maiores valores ( $P < 0,05$ ) para quase todas as medidas morfométricas, exceto para L1 e L2 e também apresentou o maior valor ( $P < 0,01$ ) para a relação PF/CP. O plano nutricional PN2 apresentou ( $P < 0,05$ ) maiores valores para L1/CP, L2/CP, L3/CP e menor valor para A2/L2, porém, não foi verificada influência dessas variações sobre os rendimentos no processamento.



TABELA 24 Valores médios obtidos para comprimento padrão (CP), comprimento da cabeça (CC), alturas do corpo (A1, A2 e A3), larguras do corpo (L1, L2 e L3) e relações entre essas medidas para as tilápias-do-nilo submetidas aos diferentes planos nutricionais (PN1, PN2, PN3 e PN4).

Variável	Plano nutricional				Média Geral	CV
	PN1	PN2	PN3	PN4		
PF(g)**	791,04 a	712,49 b	711,74 b	666,96 b	720,56	9,41
CP**	26,82 a	25,20 b	25,43 b	25,20 b	25,67	3,03
CC**	8,43 a	7,94 b	8,01 b	7,91 b	8,07	3,07
A1*	10,40 a	10,04 ab	10,09 ab	9,77 b	10,07	3,46
A2**	10,66 a	10,18 b	10,12 b	9,81 b	10,19	3,81
A3**	3,72 a	3,54 b	3,52 b	3,42 b	3,55	3,73
L1**	4,36 a	4,29 a	4,26 a	4,02 b	4,23	3,93
L2**	2,91 ab	2,97 a	2,86 b	2,68 c	2,85	3,43
L3*	1,40 a	1,34 ab	1,33 ab	1,26 c	1,33	4,94
PF/CP**	29,443 a	28,203 ab	27,941 ab	26,412 b	28,000	6,54
CC/CP <sup>ns</sup>	0,314	0,315	0,315	0,314	0,314	1,46
A1/CP**	0,388 b	0,398 a	0,397 a	0,388 b	0,393	1,28
A2/CP**	0,397 a	0,404 a	0,398 a	0,389 b	0,397	1,59
A3/CP <sup>ns</sup>	0,139	0,141	0,139	0,136	0,138	1,53
L1/CP*	0,162 ab	0,170 a	0,167 ab	0,159 b	0,165	2,77
L2/CP**	0,109 c	0,118 a	0,112 b	0,106 c	0,111	2,79
L3/CP*	0,052 ab	0,053 a	0,052 ab	0,050 b	0,052	3,04
A1/L1 <sup>ns</sup>	2,389	2,344	2,375	2,438	2,386	3,04
A2/L2**	3,663 a	3,433 b	3,545 ab	3,665 a	3,577	3,20
A3/L3 <sup>ns</sup>	2,669	2,651	2,650	2,720	2,672	3,29

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si ( $P>0,05$ ), pelo teste SNK;

<sup>ns</sup> Não significativo, a 0,05 de probabilidade, pelo teste F;

\* Significativo, a 0,05 de probabilidade, pelo teste F;

\*\*Significativo, a 0,01 de probabilidade, pelo teste F.

As análises de regressão para as medidas morfométricas em função dos dias de experimento são apresentadas na Figura 42. Verifica-se o mesmo padrão de comportamento para todas as medidas, com exceção de L2, para a qual o plano nutricional 2 apresentou maiores valores durante quase todo o período experimental, e de L3, que manteve a aceleração crescente até o final do experimento.

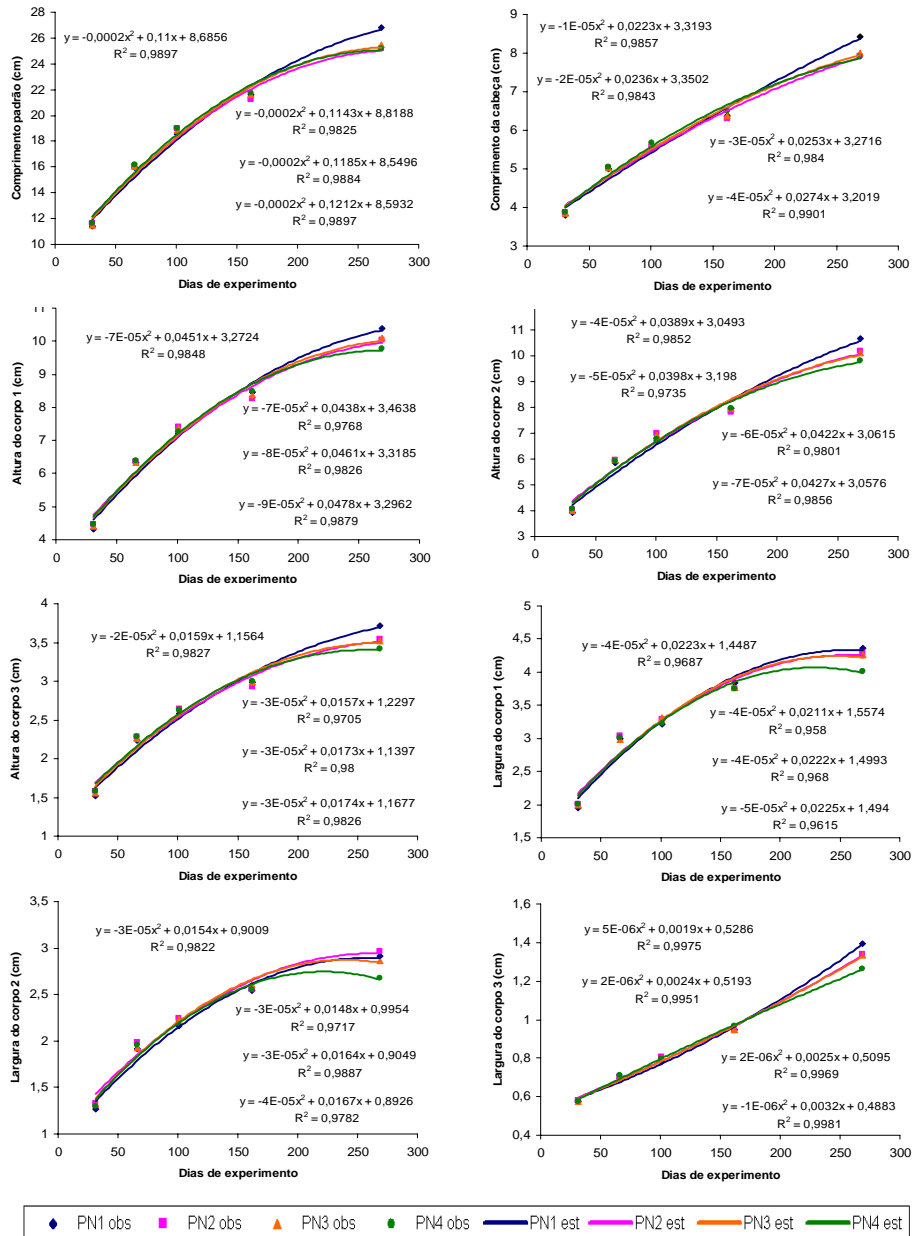


FIGURA 42 Medidas morfométricas do corpo das tilápias, em função dos dias de experimento, para cada plano experimental (PN1, PN2, PN3 e PN4).

#### 4.2.5 Crescimento alométrico

Os coeficientes alométricos (b) das equações que expressam o desenvolvimento das componentes corporais das tilápias-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) em relação ao peso total do corpo, durante o período de cultivo em hapas, são apresentados na Tabela 25.

TABELA 25 Estimativas dos parâmetros b das equações alométricas das variáveis de peso de carcaça (PCAR), vísceras (PVIS), cabeça (PCAB), filé com pele (PFILE) e resíduo da filetagem (PRES), para as linhagens UFLA, comercial 1 (COM1) e comercial 2 (COM2), e para os diferentes planos nutricionais (PN1, PN2, PN3 e PN4).

	Coeficientes alométricos				
	PCAR	PVIS	PCAB	PFILE	PRES
<b>Linhagem</b>					
UFLA	1,002	0,983	1,033 a	1,001 b	0,966
COM1	0,999	1,009	0,994 b	1,018 a	0,959
COM2	1,000	0,998	0,985 b	1,024 a	0,967
<b>Plano Nutricional</b>					
PN1	1,003	0,975	1,011	1,014	0,970 a
PN2	1,000	0,998	0,998	1,014	0,969 ab
PN3	0,997	1,019	1,007	1,013	0,951 b
PN4	1,000	1,000	0,998	1,017	0,966 ab

Estimativas seguidas de letras diferentes na coluna são diferentes pela sobreposição de intervalo de confiança ( $\alpha = 0,05$ ).

Houve diferença ( $P < 0,01$ ) apenas no crescimento alométrico de filé com pele e de cabeça, entre as diferentes linhagens de tilápia. O coeficiente alométrico para o filé com pele da linhagem UFLA não foi estatisticamente diferente de 1 ( $b = 1$ ), indicando um desenvolvimento isogônico, e apenas a cabeça desta linhagem foi heterogônico tardio ( $b > 1$ ). Já nas linhagens comercial 1 (COM1) e comercial 2 (COM2), o desenvolvimento do filé com pele foi

heterogônico tardio ( $b > 1$ ), demonstrando que, com o crescimento, o desenvolvimento do filé com pele dessas linhagens tende a ser maior que o desenvolvimento do corpo.

Segundo Furusho-Garcia (2001), existem fases do crescimento animal em que determinados cortes da carcaça crescem mais que outros. Em função de o tecido muscular ser o componente de maior importância econômica, torna-se fundamental conhecer o seu crescimento para a obtenção da melhor fase de desenvolvimento na qual os animais possam ser abatidos. Assim, as tilápias das linhagens COM1 e COM2 devem ser abatidas em pesos mais elevados, por garantirem maior desenvolvimento do filé, enquanto a linhagem UFLA não tem seu rendimento de filé determinado pelo peso de abate. Portanto, apesar de o rendimento de filé não ter se ajustado a um modelo de regressão em função do aumento do peso dos peixes, o estudo do crescimento alométrico pôde evidenciar a influência do peso dos animais nesse rendimento.

Santos (2004), estudando o crescimento alométrico de linhagens de tilápia cultivadas até aproximadamente 750g, observou desenvolvimento heterogônico tardio para as linhagens Chitralada e Supreme, concluindo que estas devem ser abatidas em pesos mais elevados.

O resíduo da filetagem mostrou desenvolvimento heterogônico precoce ( $b < 1$ ) para todas as linhagens, indicando que, com o crescimento dos peixes, o desenvolvimento deste componente corporal é inferior ao desenvolvimento do corpo, provavelmente devido ao desenvolvimento superior do filé com pele, no caso das linhagens COM1 e COM2, e da cabeça, no caso da linhagem UFLA. Os intervalos de confiança para as estimativas dos coeficientes alométricos dos diferentes componentes corporais, para cada linhagem estudada, podem ser visualizados na Figura 43.

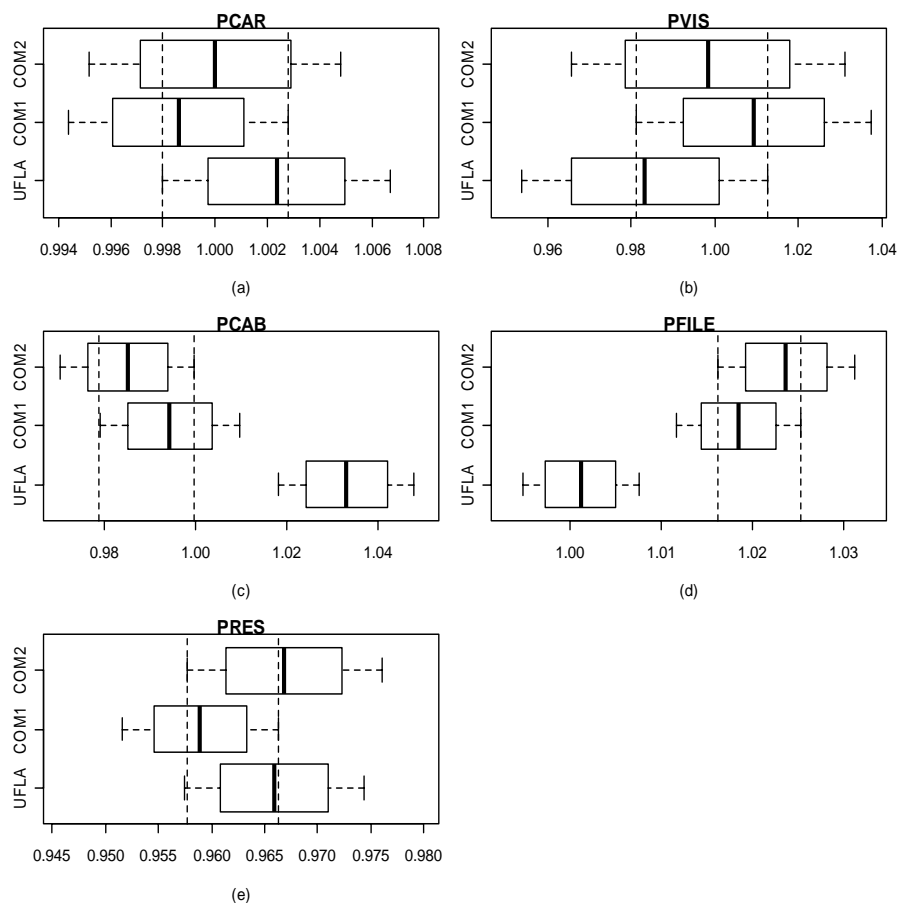


FIGURA 43 Intervalos de confiança das estimativas do coeficiente alométrico  $b$  das variáveis de peso de carcaça (PCAR), vísceras (PVIS), cabeça (PCAB), filé com pele (PFILE) e resíduo da filetagem (PRES), para as linhagens UFLA, comercial 1 (COM1) e comercial 2 (COM2).

Houve diferença ( $P > 0,05$ ) entre os planos nutricionais apenas para o crescimento alométrico do resíduo da filetagem; porém, para todos os planos, esse componente apresentou desenvolvimento heterogônico precoce (Figura 44). O filé com pele apresentou desenvolvimento heterogônico tardio para todos os planos nutricionais, indicando maior desenvolvimento desse componente

corporal, em detrimento do resíduo da filetagem, nas fases finais de cultivo. Todos os outros componentes corporais apresentaram desenvolvimento isogônico.

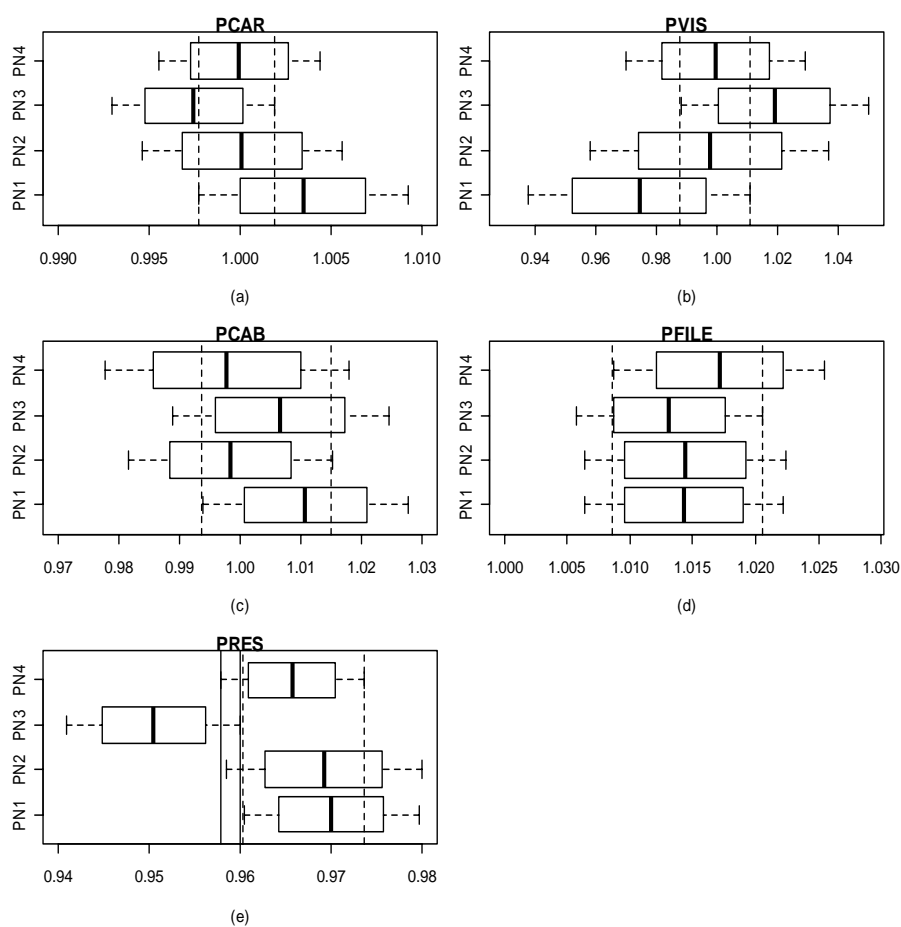


FIGURA 44 Intervalos de confiança das estimativas do coeficiente alométrico  $b$  das variáveis de peso de carcaça (PCAR), vísceras (PVIS), cabeça (PCAB), filé com pele (PFILE) e resíduo da filetagem (PRES), para os diferentes planos nutricionais estudados (PN1, PN2, PN3 e PN4).

#### 4.2.6 Curvas de crescimento

Foram estimadas equações, por meio de funções não lineares, para ajustar a relação entre peso corporal e idade das diferentes linhagens de tilápia-do-nilo, submetidas aos diferentes planos nutricionais. Para isso, foram testados os modelos logístico, von Bertalanffy, Brody, Gompertz e Richards e, em todos os casos, os dados apresentaram melhor ajuste à função de Gompertz.

Pode-se observar, pelos dados da Tabela 26, que houve diferença para a estimativa do peso assintótico (parâmetro a) e do índice de maturidade (parâmetro k) entre as diferentes linhagens e planos nutricionais.

TABELA 26 Estimativas dos parâmetros da função de Gompertz para a relação entre peso corporal e idade para as linhagens UFLA, comercial 1 (COM1) e comercial 2 (COM2), e para os diferentes planos nutricionais (PN1, PN2, PN3 e PN4).

	Estimativas dos parâmetros			
	a	b	k	R <sup>2</sup> Aj.
<b>Linhagem</b>				
UFLA	0,821 b	9,382	0,010 a	0,973
COM1	1,161 a	7,230	0,007 b	0,977
COM2	1,097 a	7,596	0,008 b	0,970
<b>Plano nutricional</b>				
PN1	1,307 a	7,350	0,007 b	0,979
PN2	1,019 ab	7,383	0,008 ab	0,967
PN3	0,957 b	8,191	0,009 ab	0,981
PN4	0,814 b	9,257	0,010 a	0,976

Estimativas seguidas de letras diferentes na coluna são diferentes pela sobreposição de intervalo de confiança ( $\alpha = 0,05$ ).

A linhagem UFLA apresentou maior estimativa para o parâmetro k, mostrando-se mais precoce do que as linhagens comerciais. Isto explica o declínio de sua taxa de crescimento mais precocemente do que na outras linhagens, embora possa ter havido um fator ambiental, relacionado à diferença

de adaptação das linhagens, interferindo neste comportamento. Seu peso assintótico ou peso limite ( $a$ ) foi inferior ao das demais linhagens, de modo que esta linhagem chegou a um peso corporal médio muito próximo do seu peso limite, acarretando em uma desaceleração mais precoce no crescimento. Considerando que, quando o peso adulto do animal não é atingido, “ $a$ ” reflete a estimativa do peso atingido na última amostragem (Freitas, 2007), pode-se dizer que esse parâmetro foi estimado com boa precisão pelo modelo de Gompertz.

Santos (2004) relata que o estudo do crescimento de peixes por meio do ajuste de função matemática que descreva o peso em relação à idade é, muitas vezes, difícil, uma vez que as condições climáticas influenciam claramente essa relação, pois, em um determinado período, os peixes podem não estar crescendo. Santos (2007) acrescenta que o estudo comparativo do crescimento entre linhagens de tilápias pode ser mais facilmente realizado quando elas são submetidas ao mesmo ambiente e condições de cultivo.

Em relação aos planos nutricionais, observa-se que PN1 proporcionou uma estimativa de peso assintótico superior aos estimados para PN2, PN3 e PN4, mostrando a tendência de os peixes submetidos a esse plano (PN1) continuarem crescendo até uma idade mais avançada. Já o plano nutricional PN4 proporcionou a maior estimativa para o parâmetro  $k$  e, portanto, conferiu uma redução na taxa de crescimento mais precocemente que os demais planos.

Os comportamentos do peso corporal em função da idade, de acordo com a função de Gompertz, para as diferentes linhagens e para os diferentes planos nutricionais, estão representados nas Figuras 45 e 46, respectivamente. Observa-se nitidamente que houve um maior crescimento inicial da linhagem UFLA, porém, com uma estagnação mais precoce deste crescimento. O mesmo aconteceu com o plano nutricional PN4, ao contrário do plano nutricional PN1, que apresentou o menor crescimento inicial, porém, com as maiores taxas ao final do cultivo.



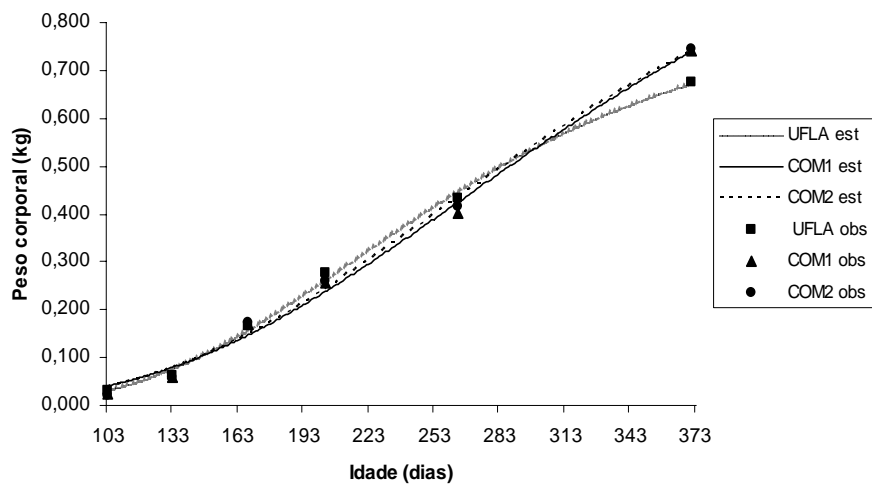


FIGURA 45 Curva de crescimento das linhagens UFLA, comercial 1 (COM1) e comercial 2 (COM2), de acordo com a função de Gompertz.

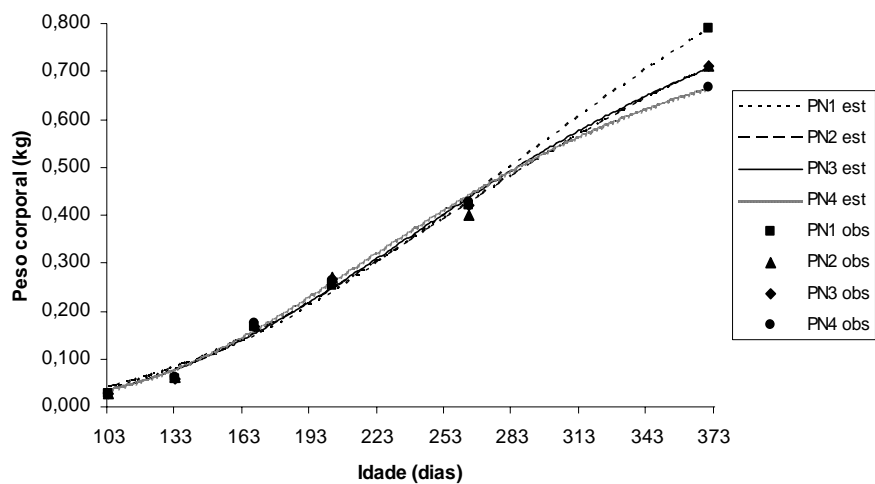


FIGURA 46 Curva de crescimento das tilápias-do-nilo para cada plano nutricional (PN1, PN1, PN3 e PN4), de acordo com a função de Gompertz.

O estudo das curvas de crescimento animal tem sido ampliado no sentido de manipulá-lo em direção a uma melhoria na eficiência da produção animal, no intuito de associar fatores intrínsecos e extrínsecos para que o momento de abate de diferentes raças seja indicado (Santos, 2002). Assim, o crescimento de algumas espécies de peixes tem sido melhorado por programas de seleção e muitos criadores consideram a principal característica de desempenho. Entretanto, a taxa de crescimento apresenta certa complexidade de determinação, pois ela se altera durante o crescimento dos peixes de juvenis a adultos (Santos et al., 2008).

Fitzhugh Júnior (1976), afirma que os principais objetivos do ajuste das funções peso-idade são as informações descritivas sobre o crescimento de determinado grupo de animais e a confecção de equações preditivas, que servem para estimar a taxa de crescimento, as exigências nutricionais e a resposta à seleção.

As taxas de crescimento absoluto (TCA) e relativo (TCR), obtidas a partir do modelo de Gompertz, em relação à idade dos peixes, para as diferentes linhagens e planos nutricionais, são apresentadas nas Figuras 47 e 48, respectivamente. Existe um ponto da curva no qual a taxa de crescimento muda de função crescente para decrescente, ocorrendo, nesse ponto, maior taxa de crescimento (Brown et al., 1976) e isso se refere ao ponto de inflexão. O peso e a idade à inflexão da linhagem UFLA ocorreram aos 301,9g e 216 dias, referindo-se a uma taxa de crescimento absoluto máxima de 3,13 g/dia, a partir da qual se observou uma queda no crescimento desta linhagem. A idade e o peso à inflexão das outras duas linhagens foram mais tardios, aos 427,1g e 265 dias para a linhagem COM1 e 403,7g e 255 dias para a linhagem COM2, referindo-se às taxas de crescimento absoluto máximas de 3,19 e 3,21 g/dia, respectivamente. Dessa forma, pode-se afirmar que as linhagens COM1 e COM2 mostraram uma maior capacidade de crescimento em fases mais avançadas de cultivo.

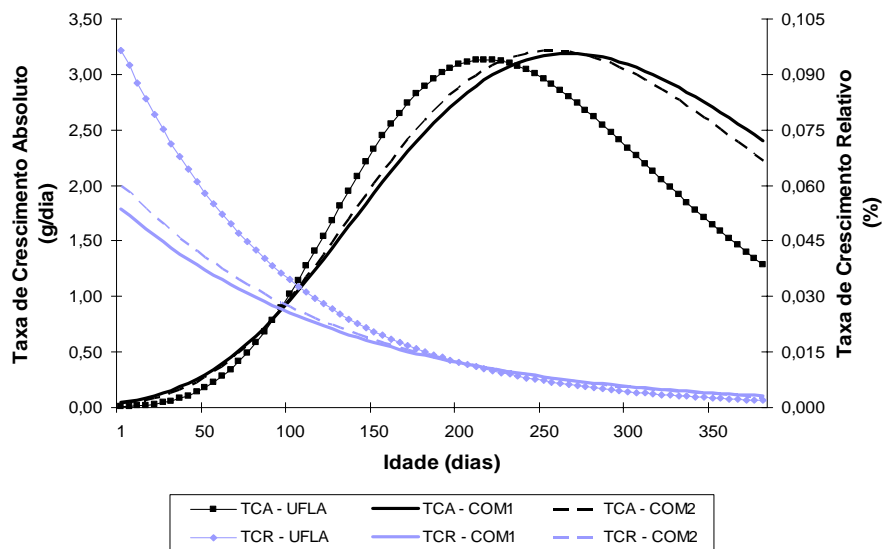


FIGURA 47 Alterações das taxas de crescimento absoluto (TCA) e relativo (TCR), estimadas pelo modelo de Gompertz, para as linhagens UFLA, comercial 1 (COM1) e comercial 2 (COM2).

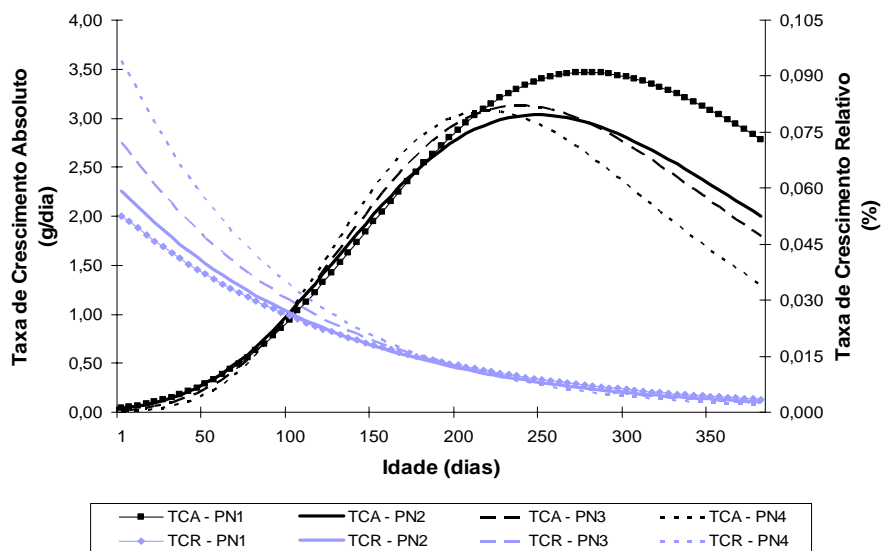


FIGURA 48 Alterações das taxas de crescimento absoluto (TCA) e relativo (TCR), estimadas pelo modelo de Gompertz, para os planos nutricionais PN1, PN2, PN3 e PN4.

Em relação aos planos nutricionais, observa-se que o plano PN1 proporcionou a maior taxa de crescimento absoluto (3,47 g/dia) entre todos os planos e com idade e peso à inflexão mais tardios, observados aos 277 dias de idade e 480,7g de peso corporal, indicando que esse plano proporcionou manutenção do crescimento por maior período do que os outros planos nutricionais. Este resultado, provavelmente, está relacionado ao fornecimento de uma ração com nível de proteína superior a 28% até o final do cultivo, ao contrário dos planos PN2, PN3 e PN4, que passaram a fornecer ração com 28% de PB para peixes com 200, 300 e 145g, respectivamente.

As maiores taxas de crescimento dos planos PN2 (3,03 g/dia), PN3 (3,13 g/dia) e PN4 (3,08 g/dia) foram observadas aos 247, 236, 217 dias de idade e 375,1, 352,0 e 299,5g de peso corporal, respectivamente, mostrando que o crescimento dos peixes submetidos ao plano nutricional PN4 sofreram redução na taxa de crescimento mais precocemente do que nos demais planos.

## 5 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos e nas condições em que foi realizada esta pesquisa, pode-se concluir que:

- (i) nos sistemas de cultivo em tanques-rede e em hapas, as linhagens apresentam diferentes comportamentos em termos de desempenho e características de carcaça, independentemente do plano nutricional ao qual foram submetidas, e a indicação da melhor linhagem depende do sistema de cultivo no qual serão criadas;
- (ii) a linhagem UFLA apresenta grande potencial de crescimento quando cultivada em tanques-rede, porém, com maior desuniformidade, o que justifica o desenvolvimento de um programa de seleção para esta linhagem; já as linhagens comerciais COM1 e COM2 apresentam maior eficiência no aproveitamento dos nutrientes e melhores rendimentos de filé com pele, em relação à linhagem UFLA, quando cultivadas em hapas;
- (iii) a linhagem UFLA apresenta-se mais alta e comprimida na região anterior do tronco próximo à cabeça e essa característica está negativamente relacionada ao rendimento de filé com pele; assim, é uma importante característica a ser melhorada nesta linhagem;
- (iv) independente do sistema de cultivo e da linhagem estudada, níveis abaixo de 36% de proteína bruta nas fases iniciais de cultivo, com peixes pesando entre 25g e aproximadamente 200g, e abaixo de 32% de proteína bruta nas fases finais, com peixes pesando, aproximadamente, entre 200g e 700g, estão aquém do requerido pela tilápia-do-nilo, para que esta apresente máximo desempenho..

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BENTSEN, H. B.; EKNATH, A. E.; VERA, M. S. P.; DANTING, J. C.; BOLIVAR, H. L.; REYES, R. A.; DIONISIO, E. E.; LONGALONG, F. M.; CIRCA, A. V.; TAYAMEN, M. M.; GJERD, B. Genetic improvement of farmed tilapias: growth performance in a complete diallel cross experiment with eight strains of *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 160, n. 1/2, p. 145-173, Jan. 1998.

BERG, R. T.; BUTTERFIELD, R. M. **New concepts of cattle growth**. Sydney: Sydney University, 1976. 240 p.

BERTALANFFY, L. von. Quantitative laws in metabolism and growth. **The Quarterly Review of Biology**, Chicago, v. 32, n. 3, p. 217-230, Sept. 1957.

BEZERRA, F. J. S. **Relatório sobre as atividades desenvolvidas em um projeto de cultivo de Tilapia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L.,1766), linhagem chitralada (Tailandesa), em tanques-rede, no município de Boa Viagem-CE**. Fortaleza: UFC, 2000. 76 p. Relatório Técnico.

BOMFIM, M. A. D.; LANNA, E. A. T.; SERAFINI, M. A.; RIBEIRO, F. B.; PENA, K. S. Proteína bruta e energia digestível em dietas para alevinos de curimatá (*Prochilodus affinis*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 34, n. 6, p. 1795-1806, nov. 2005.

BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; MEURER, F.; FEIDEN, A.; BOMBARDELLI, R. A.; REIDEL, A. Farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias na alimentação de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), na fase de reversão sexual. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 34, n. 6, p.1807-1812, nov. 2005.

BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; SOARES, C. M.; FURUYA, W. M.; MEURER, F. Desempenho e características de carcaça de machos revertidos de Tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), linhagens tailandesa e comum, nas fases inicial e de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 30, n. 5, p. 1391-1396, 2001.

BRAGA, F. M. S. Estudo entre fator de condição e relação eso-comprimento para alguns peixes marinhos. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 46, n. 2, p. 339-346, jun. 1986.

BRANDT, T. M. Temperate basses, *Morone* spp., and black basses, *Micropterus* spp. In: WILSON, R. P. (Ed.). **Handbook of nutrient requirements of finfish**. Boston: CRC, 1991. p. 163-166.

BRODY, S. **Bioenergetics and growth**: with special reference to the efficiency complex of domestic animals. New York: Hafner, 1945. 1023 p.

BROWN, J. E.; FITZHUGH JÚNIOR, H. A.; CARTWRIGHT, T. C. Acomparação de nonlinear models for describing weight-age relationships in cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 42, n. 4, p. 810-818, Apr. 1976.

CAMPOS, C. M.; GANECO, L. N.; CASTELLANI, D.; MARTINS, M. I. E. Avaliação econômica da criação de tilápias em tanque-rede, município de Zacarias, SP. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 33, n. 2, p. 265-271, 2007.

CARMO, J. L. **Avaliação do crescimento de três linhagens de tilápia *Oreochromis* sp, em sistema semi-intensivo, cultivadas em viveiros**. 2003. 62 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

CARMO, J. L.; FERREIRA, D. A.; SILVA JUNIOR, R. F.; SANTOS, R. M. S.; CORREIA, E. S. Crescimento de três linhagens de tilápia sob cultivo semi-intensivo em viveiros. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 2, p. 20-26, abr./jun. 2008.

CARNEIRO, P. C. F.; CASTAGNOLLI, N.; CYRINO, J. E. P. Produção de tilápia vermelha da Flórida em tanques-rede. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 56, n. 3, p. 673-679, jul. 1999a.

CARNEIRO, P. C. F.; MARTINS, M. I. E. G.; CYRINO, J. E. P. Estudo de caso da criação comercial da tilápia vermelha em tanques-rede: avaliação econômica. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 29, n. 8, p. 52-61, ago. 1999b.

CHO, C. Y. Feeding systems for rainbow trout and other salmonids with reference to current estimates of energy and protein requirements. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 100, n. 1/3, p. 107-123, Jan. 1992.

CHO, C. Y. Fish nutrition, feeds, and feeding: with special emphasis on salmonid aquaculture. **Food Reviews International**, New York, v. 6, n. 3, p. 333-357, Aug. 1990.

CHO, C. Y.; KAUSHIK, S. J. Nutritional energetics in fish: energy and protein utilization in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). **World Review of Nutrition and Dietetics**, Basel, v. 61, n. 1, p. 132-172, 1990.

COCHE, A. G. Cage culture of tilapias. In: PULLIN, R. S. V.; LOWE-MCCONNELL, R. H. (Ed.). **The biology and culture of tilapias**. Philippines: ICLARM, 1982. cap. 3, p. 205-246.

CONTE, L. **Produtividade e economicidade da tilapicultura em gaiolas na região sudoeste do estado de São Paulo**: estudos de casos. 2002. 58 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.



CONTRERAS-GUZMÁN, E. S. **Bioquímica de pescados e derivados**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 409 p.

COTAN, J. L. V.; LANNA, E. A. T.; BOMFIM, M. A. D.; DONZELE, J. L.; RIBEIRO, F. B.; SERAFINI, M. A. Níveis de energia digestível e proteína bruta em rações para alevinos de lambari tambuí. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 35, n. 3, p. 634-640, maio 2006.

CRUZ, G. R. B. **Aplicação de modelos matemáticos no ajuste da curva de crescimento de caprinos no estado da Paraíba**. 2000. 84 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia.

CYRINO, J. E. P.; CARNEIRO, P. C. F.; BOZANO, G. L. N.; CASEIRO, A. C. Desenvolvimento da criação de peixes em tanques-rede: uma análise dos fundamentos, viabilidade e tendências, baseada em experiências bem sucedidas no Sudeste do Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 10., 1998, Recife. **Anais...** Recife: Associação Brasileira de Aquicultura, 1998. v. 1, p. 409-433.

CYRINO, J. E. P.; PORTZ, L.; MARTINO, R. C. Retenção de proteína e energia em juvenis de black bass *Micropterus salmoides*. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 57, n. 4, p. 609-616, out. 2000.

EL-SAYED, A. F. M. **Protein and energy requirements of *Tilapia zillii***. 1987. 147 p. Thesis (Doctor in Animal Science) - Michigan State University, East Lansing.

ENSMINGER, M. E.; OLDFIELD, J. E.; HEINEMANN, W. W. **Feeds and nutrition**. 2. ed. California: Vero Media, 1990. 1544 p.

EYO, A. A. Carcass composition and filleting yield of ten fish species from Kainji Lake. In: THE FAO EXPERT CONSULTATION ON FISH TECHNOLOGY IN ÁFRICA, 1993, Rome. **Proceedings...** Rome: FAO, 1993. p. 173-175.

FABREGAT, T. E. H. P.; FERNANDES, J. B. K.; RODRIGUES, L. A.; RIBEIRO, F. A.; SAKOMURA, N. K. Fontes e níveis de proteína bruta em dietas para juvenis de apaiari (*Astronotus ocellatus*). **Acta Scientiarum: animal sciences**, Maringá, v. 28, n. 4, p. 477-482, out./dez. 2006.

FARIA, R. H. S.; SOUZA, M. L. R.; WAGNER, P. M.; POVH, J. A.; RIBEIRO, R. P. Rendimento do processamento da Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1757) e do Pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887). **Acta Scientiarum: animal sciences**, Maringá, v. 25, n. 1, p. 21-24, jan./jun. 2003.

FIRETTI, R.; SALES, D. S. O futuro promissor da cadeia produtiva da piscicultura comercial. **Anualpec: anuário da pecuária brasileira**, São Paulo, v. 11, p. 305-307, 2004.

FITZHUGH JÚNIOR, H. A. Analysis of growth curves and strategies for altering their shape. **Journal of Animal Science**, Nebraska, v. 42, n. 4, p. 1036-1051, Apr. 1976.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2006**. Roma, 2008. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/009/a0699s/a0699s00.htm>>. Acesso em: 20 ago. 2009.

FRANÇA, J. M. B. de. **Crescimento de três linhagens de tilápias *Oreochromis spp.* cultivadas em tanques-rede**. 2003. 69 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

FREATO, T. A. **Morfometria, rendimento no processamento e inter-relações na avaliação de carcaças de piracanjuba, *Brycon orbignyanus* (Valenciennes, 1849)**. 2005. 90 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

FREITAS, A. R. **Estimativas de curvas de crescimento na produção animal**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2007. (Série Documento, 68).

FREITAS, J. V. F.; GURGEL, J. J. S. Estudos experimentais sobre a conservação da Tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L. 1766) trewavas, armazenada no gelo. **Boletim Técnico DNOCS**, Fortaleza, v. 42, n. 2, p. 153-178, dez. 1982.

FURUSHO-GARCIA, I. F.; PÉREZ, J. R. O.; BONAGURIO, S.; LIMA, A. L.; QUINTÃO, F. A. Percentagens de cortes na carcaça de cordeiros Santa Inês puros e cruzas com Texel, Ile de France e Bergamácia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p. 1140-1142.

FURUYA, W. M.; BOTARO, D.; MACEDO, R. M. G.; SANTOS, V. G.; SILVA, L. C. R. S.; SILVA, T. C.; FURUYA, V. R. B.; SALES, P. J. P. Aplicação do conceito de proteína ideal para redução dos níveis de proteína em dietas para Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 34, n. 5, p. 1433-1441, set. 2005.

FURUYA, W. M.; SOUZA, S. R.; FURUYA, V. R. B.; HAYASHY, C.; RIBEIRO, R. P. Dietas peletizada e extrusada para machos revertidos de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) na fase de terminação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 28, n. 3, p. 483-487, jul. 1998.

GONÇALVES, G. S. **Digestibilidade e exigência de lisina, proteína e energia em dietas para a Tilápia do Nilo**. 2007. 98 p. Tese (Doutorado em Aquicultura) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal.

GONTIJO, V. P.; CARDOSO, E. L.; OLIVEIRA, G. R.; MATTOS, B. O. **Cultivo de tilápia em tanques-rede**. Lavras: EPAMIG, 2008. 44 p. (Boletim Técnico, v. 89).

GOODMAN, R. K. **A comparison of morphometric characteristics of channel catfish, *Ictalurus punctatus* (Rafinesque) from seven different geographical locations.** 1973. 27 p. Thesis (Master in Animal Science) - Auburn University, Auburn.

HAFEDH, Y. S. al. Effects of dietary protein on growth and body composition of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* L. **Aquaculture Research**, Oxford, v. 30, n. 5, p. 385-393, May 1999.

HAMMOND, J. **Princípios de la exploration animal:** reproducción, crecimiento y herancia. Zaragoza: Acribia, 1966.

HAYASHI, C.; BOSCOLO, W. R.; SOARES, C. M.; MEURER, F. Exigência de proteína digestível para larvas de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.), durante a reversão sexual. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 31, n. 2, p. 823-828, mar. 2002. Suplemento.

HILSDORF, A. W. S. Genética e cultivo de tilápias vermelhas: uma revisão. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 22, n. 1, p. 73-84, jan./jun. 1995.

HUANG, C. M.; LIAO, I. C. Response to mass selection for growth rate in *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 85, n. 1/4, p. 199-205, Mar. 1990.

HUXLEY, J. S. **Problems of relative growth.** London: Methuen, 1932. 577 p.

IZEL, A. C. U.; PEREIRA FILHO, M.; MELO, L. A. S.; MACÊDO, J. L. V. de. Avaliação de níveis protéicos para a nutrição de juvenis de matrinxã (*Brycon cephalus*). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 34, n. 2, p. 179-184, abr. 2004.

JAUNCEY, K.; ROSS, B. **A guide to tilapia feeds and feeding.** Scotland: University of Stirling, 1982. 111 p.

KAUSHIK, S. J.; OLIVA-TELES, A. Effect of digestible energy on nitrogen and energy balance in rainbow trout. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 50, n. 1/2, p. 89-101, Dec. 1986.

KUBITZA, F. Nutrição e alimentação de tilápias: parte 1. **Panorama da Aquicultura**, São Paulo, v. 9, n. 52, p. 42-50, abr. 1999.

KUBITZA, F. Qualidade do alimento, qualidade da água e manejo alimentar na produção de peixes. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES, 1997, Piracicaba, **Anais...** Campinas: CBNA, 1997. p. 63-101.

KUBITZA, F.; ONO, E. O.; LOVSHIN, L. L. **Planejamento da produção de peixes**. 4. ed. Jundiaí: F. Kubitzza, 2004.

LAIRD, A. K. Dynamics of relative growth. **Growth**, Lakeland, v. 29, n. 3, p. 249-263, Sept. 1965.

LE CREN, E. D. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). **Journal of Animal Ecology**, Oxford, v. 20, n. 2, p. 201-219, Nov. 1951.

LEGENDRE, M.; KERDCHUEN, N. Larval rearing of an African Catfish (*Heterobranchus longifilis* Teleostei, Claridae): effect of dietary lipids on growth survival and fatty acid composition of fry. **Aquatic Living Resources**, Montpellie, v. 8, n. 4, p. 355-363, Oct./Dec. 1995.

LEONHARDT, J. H.; CAETANO FILHO, M.; FROSSARD, H.; MORENO, A. M. Características morfológicas, rendimento e composição do filé de Tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, da linhagem tailandesa, local e do cruzamento de ambas. **Semina: ciências agrárias**, Londrina, v. 27, n. 1, p. 125-132, jan./mar. 2006.

LEONHARDT, J. H.; URBINATI, E. C. Estudo comparativo do crescimento entre machos de Tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, sexados e revertidos. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 25, p. 19-26, 1998/1999.

LI, M.; ROBINSON, E. H. Effect of reducing dietary digestible energy to protein ratio on weight gain and body fat of juvenile channel catfish *Ictalurus punctatus*. **Journal of the World Aquaculture Society**, Baton Rouge, v. 30, n. 1, p. 123-127, Mar. 1999.

LOVELL, R. T. **Nutrition and feeding of fish**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1989. 260 p.

LOVELL, R. T. Nutrition of aquaculture species. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 69, n. 10, p. 4193-4200, Oct. 1991.

LOVELL, R. T. Use of soybean products in diets for aquaculture species. **American Soybean Association Technical Bulletin**, Singapore, n. 6/7, p. 1-16, Feb. 1984.

LOVELL, R. T. Use of soybean products in diets for aquaculture species. In: PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA AQUACULTURE AND FEED WORKSHOP, 1988, Beijing. **Proceedings...** Beijing: American Soybean Association, 1988. p. 335-361.

LOVSHIN, L. L. Tilapia farming: a growing worldwide aquaculture industry. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES, 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1997. p. 137-164.

MACEDO-VIEGAS, E. M.; SOUZA, M. L. R. de; KRONKA, S. N. Estudos da carcaça de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em quatro categorias de peso. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 19, n. 3, p. 863-870, 1997.

MAZZINI, A. R. A. **Análise da curva de crescimento de machos Hereford considerando heterogeneidade de variâncias e autocorrelação dos erros.** 2001. 94 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

MAZZINI, A. R. de A.; MUNIZ, J. A.; AQUINO, L. H. de; SILVA, F. F. Análise da curva de crescimento de machos Hereford. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 5, p. 1105-1112, set./out. 2003.

MEURER, F.; HAYASHI, C.; SOARES, C. M.; BOSCOLO, W. R. Lipídeos na alimentação de alevinos revertidos de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 31, n. 2, p. 566-573, mar. 2002.

MOREIRA, H. L. M.; DELLAGOSTIN, O. A.; ERDTMANN, B. Levels of inbreeding and relatedness in breeder stocks of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) detected by microsatellite analysis. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA IN AQUACULTURE, 5., 2000, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ISTA, 2000. p. 59-67.

MORKRAMER, S.; HÖRSTGEN-SCHWARK, G.; LANGHOLZ, H. J. Comparasion of different European rainbow trout populations under intensive production conditions. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 44, n. 4, p. 303-320, 1985.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of warmwater, fishes and shellfishes:** nutrient requirements of domestics animals. Washington, 1993.

NELDER, J. A. The fitting of a generation of the logistic curve. **Biometrics**, Washington, v. 17, n. 1, p. 89-110, 1961.

OLIVEIRA, E. G.; SANTOS, F. J. S.; PEREIRA, A. M. L.; LIMA, C. B. **Produção de tilápia:** mercado, espécies, biologia e recria. Teresina: MAPA/Embrapa Meio Norte, 2007. (Circular Técnica, 45).

OLIVEIRA, H. N. L.; LÔBO, R. B.; PEREIRA, C. S. Comparação de modelos não-lineares para descrever o crescimento de fêmeas da raça Guzerá. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 9, p. 1843-1851, set. 2000.

ONO, E. A. Criação de peixes em tanques-rede. In: ZOOTECA2005: PRODUÇÃO ANIMAL E RESPONSABILIDADE, 2005, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Embrapa, 2005. 1 CD-ROM.

PAGE, J. W.; ANDREWS, J. W. Interactions of dietary levels of protein and energy on channel catfish (*Ictalurus punctatus*). **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 103, n. 9, p. 1339-1346, Sept. 1973.

PAIVA, P.; MAINARDES-PINTO, C. S. R.; VERANI, J. R.; SILVA, A. L. Produção da tilápia Tailandesa *Oreochromis niloticus*, estocada em diferentes densidades em tanques-rede de pequeno volume instalados em viveiros de piscicultura povoados com a mesma espécie. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 34, n. 1, p. 79-88, jan. 2008.

PAZ, C. C. P. **Associação entre polimorfismos genéticos e parâmetros da curva de crescimento em bovinos de corte**. 2002. 107 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.

PEZZATO, L. E. Alimentação de peixes: relação custo e benefício. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECA, 34., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999. p. 109-118.

PEZZATO, L. E.; MIRANDA, E. C.; BARROS, M. M.; PINTO, L. G. Q.; FURUYA, W. M.; PEZZATO, A. C. Digestibilidade aparente de ingredientes pela Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 31, n. 4, p. 1595-1604, jul. 2002.



PINHEIRO, L. M. S.; MARTINS, R. T.; PINHEIRO, L. A. S.; PINHEIRO, L. E. L. Rendimento industrial de filetagem da tilápia tailandesa (*Oreochromis* spp.). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, n. 2, p. 257-262, abr. 2006.

POPMA, T. J.; LOVSHIN, L. **Worldwide prospects for commercial production of tilapia**. Alabama: Auburn University, 1996. 23 p. (Series n. 41).

POPMA, T. J.; PHELPS, R. P. Status report to commercial tilapia producers on monosex fingerling production techniques. In: AQUICULTURA BRASIL '98, 1., 1998, Recife. **Anais...** Recife: Simpósio Brasileiro de Aquicultura, 1998. p. 127-145.

PROENÇA, C. E. M.; BITTENCOURT, P. R. L. **Manual de piscicultura tropical**. Brasília: IBAMA, 1994.

REIDEL, A. Níveis de energia e proteína na alimentação do jundiá (*Rhamdia quelen*) criados em tanques rede. 2007. 76 p. Tese (Doutorado em Aquicultura) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal.

REIST, J. D. An empirical evaluation of several univariate methods that adjust for size variation in morphometric data. **Canadian Journal of Zoology**, Toronto, v. 63, n. 6, p. 1429-1439, 1985.

RIBEIRO, L. P.; LIMA, L. C.; TURRA, E. M.; QUEIROZ, B. M.; RIBEIRO, T. G.; MIRANDA, M. O. T. Efeito do peso e do operador sobre o rendimento de filé em tilápia vermelha *Oreochromis* spp. In: AQUICULTURA BRASIL 98, 1998, Recife. **Anais...** Recife: ABRAq, 1998. v. 2, p. 773-778.

RICHARDS, J. F. A flexible growth function for empirical use. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 10, n. 2, p. 290-301, June 1959.

ROBINSON, E. H.; LI, M. H. Low protein diets for channel catfish *Ictalurus punctatus* raised in earthen ponds at high density. **Journal of World Aquaculture Society**, Baton Rouge, v. 28, n. 3, p. 224-229, 1997.

ROMANA-EGUIA, M. R. R.; EGUIA, R. V. Growth of five red tilapia strains in saline environments. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 173, n. 1/4 p. 161-170, Mar. 1999.

RUTTEN, M. J. M.; BOVENHUIS, H.; KOMEN, H. Modeling fillet traits based on body measurements in three Nile Tilapia strains (*Oreochromis niloticus* L.). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 231, n. 1/4, p. 113-122, Mar. 2004.

SÁ, M. V. C.; FRACALOSSO, D. M. Exigência protéica e relação energia/proteína para alevinos de Piracanjuba (*Bryconorbignyanus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 31, n. 1, p. 1-10, jan. 2002.

SAMANTARAY, K.; MOHANTY, S. S. Interactions of dietary levels of protein and energy on fingerling snakehead, *Channa striata*. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 156, n. 3/4, p. 241-249, Nov. 1997.

SAMPAIO, A. M. B. M. **Relação energia:** proteína na nutrição do tucunaré (*Cichla* sp). 1998. 50 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagem) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.

SAMPAIO, A. M. B. M.; CYRINO, J. E. P.; KUBITZA, F. Relação proteína: energia na nutrição do tucunaré (*Cichla* sp). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 2, p. 213-219, abr. 2000.

SANTOS, C. L. **Estudo do crescimento e da composição química dos cortes da carcaça de cordeiros Santa Inês e Bergamácia**. 2002. 257 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SANTOS, V. B. dos. **Crescimento morfométrico e alométrico de linhagens de tilápia (*Oreochromis niloticus*)**. 2004. 86 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SANTOS, V. B. dos. **Crescimento tecidual e composição de linhagens de Tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. 2007. 89 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade federal de Lavras, Lavras.

SANTOS, V. B. dos; FREITAS, R. T. F. de; LOGATO, P. V. R.; FREATO, T. A.; ORFÃO, L. H.; MILLIOTI, L. C. Rendimento do processamento de linhagens de tilápias (*Oreochromis niloticus*) em função do peso corporal. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 2, p. 554-562, mar./abr. 2007a.

SANTOS, V. B. dos; FREITAS, R. T. F. de; SILVA, F. F.; FREATO, T. A. Avaliação de curvas de crescimento morfométrico de linhagens de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 5, p. 1486-1492, set./out. 2007b.

SANTOS, V. B. dos; REIS NETO, R. V.; FREITAS, R. T. F.; FREATO, T. A. Avaliação de curvas de crescimento e morfometria de peixes. In: CYRINO, J. E. P.; SCORVO FILHO, J. D.; SAMPAIO, L. A.; CAVALLI, R. O. (Org.). **AquaCiência 2006: tópicos especiais em biologia aquática e aquicultura II**. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, 2008. p. 111-128.

SCHMITTOU, H. R. **Produção de peixes em alta densidade em tanques-rede de pequeno volume**. Campinas: Associação Americana de Soja, 1995. 78 p.

SERVIÇO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **Aquicultura e pesca: tilápias: relatório completo: estudos de mercado SEBRAE/ESPM 2008**. São Paulo, 2008. 160 p.

SIMÕES, M. R.; RIBEIRO, C. F. A.; RIBEIRO, S. C. A.; PARK, K. J.; MURRI, F. E. X. Composição físico-química, microbiológica e rendimento do filé de tilápia tailandesa (*Oreochromis niloticus*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 3, p. 608-613, jul./set. 2007.

SILVA, L. C. R.; FURUYA, W. M.; BOTARO, D.; SANTOS, L. D. dos; SILVA, T. S. C.; SALES, P. J. P. Níveis de treonina para a Tilápia do Nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 35, n. 4, p. 1258-1264, jul. 2006. Suplemento.

SILVA, P. C.; KRONKA, S. do N.; TAVARES, L. H. S.; SILVA JÚNIOR, R. P. da; SOUZA, V. L. Avaliação econômica da produção de tilápia (*Oreochromis niloticus*) em sistema “raceway”. **Acta Scientiarum: animal sciences**, Maringá, v. 25, n. 1, p. 9-13, mar. 2003.

SILVA, R. F. **Avaliação genética do crescimento de Tilápia do Nilo**. 2007. 40 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H. **Limnologia aplicada à aquicultura**. Jaboticabal: FUNEP, 1995. 70 p.

SMITH, R. R. Nutritional energetics. In: HALVER, J. (Ed.). **Fish nutrition**. Washington: Academic, 1989. cap.1, p. 1-29.

SOUZA, M. L. R. de. Comparação de seis métodos de filetagem em relação ao rendimento de filé e de subprodutos do processamento da Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 31, n. 3, p. 1076-1084, maio 2002.

SOUZA, M. L. R. de; LIMA, S.; FURUYA, W. M.; PINTO, A. A.; LOURES, B. T. R. R.; POVH, J. A. Estudo da carcaça do bagre africano (*Clarias gariepinus*) em diferentes categorias de peso. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 21, n. 3, p. 637-644, ago. 1999.

SOUZA, M. L. R. de; VIEGAS, E. M. M.; SOBRAL, P. J. do A.; KRONKA, S. do N. Efeito do peso de Tilápia do Nilo (*Oreochromis Niloticus*) sobre o rendimento e a qualidade de seus filés defumados com e sem pele. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 1, p. 51-59, jan./mar. 2005.

TAVE, D. Genetics and quantitative phenotypes. In: GENETIC for fish hatchery managers. Connecticut: Westport, 1986. p. 115-160.

TEIXEIRA, A. L. C. M. **Estudo da viabilidade técnica e econômica do cultivo de Tilápia do nilo *Oreochromis niloticus*, linhagem chitralada, em tanques-rede com duas densidades de estocagem**. 2006. 74 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

TIBBETTS, S. M.; CALL, S. P.; ANDERSON, D. M. Dietary protein requirement of juvenile American eel (*Anguilla rostrata*) fed practical diets. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 186, n. 1/2, p. 145-155, June 2000.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. **SAEG 9.1**: sistema de análises estatística. Viçosa, MG: Fundação Arthur Bernardes, 2007. CD-ROM.

WAGNER, P. M.; RIBEIRO, R. P.; MOREIRA, H. L. M.; VARGAS, L.; POVH, J. A. Avaliação do desempenho produtivo de linhagens de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em diferentes fases de criação. **Acta Scientiarum: animal sciences**, Maringá, v. 26, n. 2, p. 187-196, jun. 2004.

ZIMMERMANN, S. O bom desempenho das chitraladas no Brasil. **Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 60, p. 15-19, jul./ago. 2000.

ZIMMERMANN, S. Um moderno instrumental genético no melhoramento e na rastreabilidade de tilápias nilóticas. **Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 76, p. 69, mar./abr. 2003.